

Vegetation und Wirtschaft der oberen subalpinen und alpinen Stufe im Luftbild

dargestellt am Beispiel des Dischmatales und weiteren Teilen
der Landschaft Davos, Schweiz

Mit 14 Karten, 3 Profilen, 32 Bildern, 5 Abbildungen und 5 Tabellen

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde
vorgelegt der Philosophischen Fakultät II der Universität Zürich

von

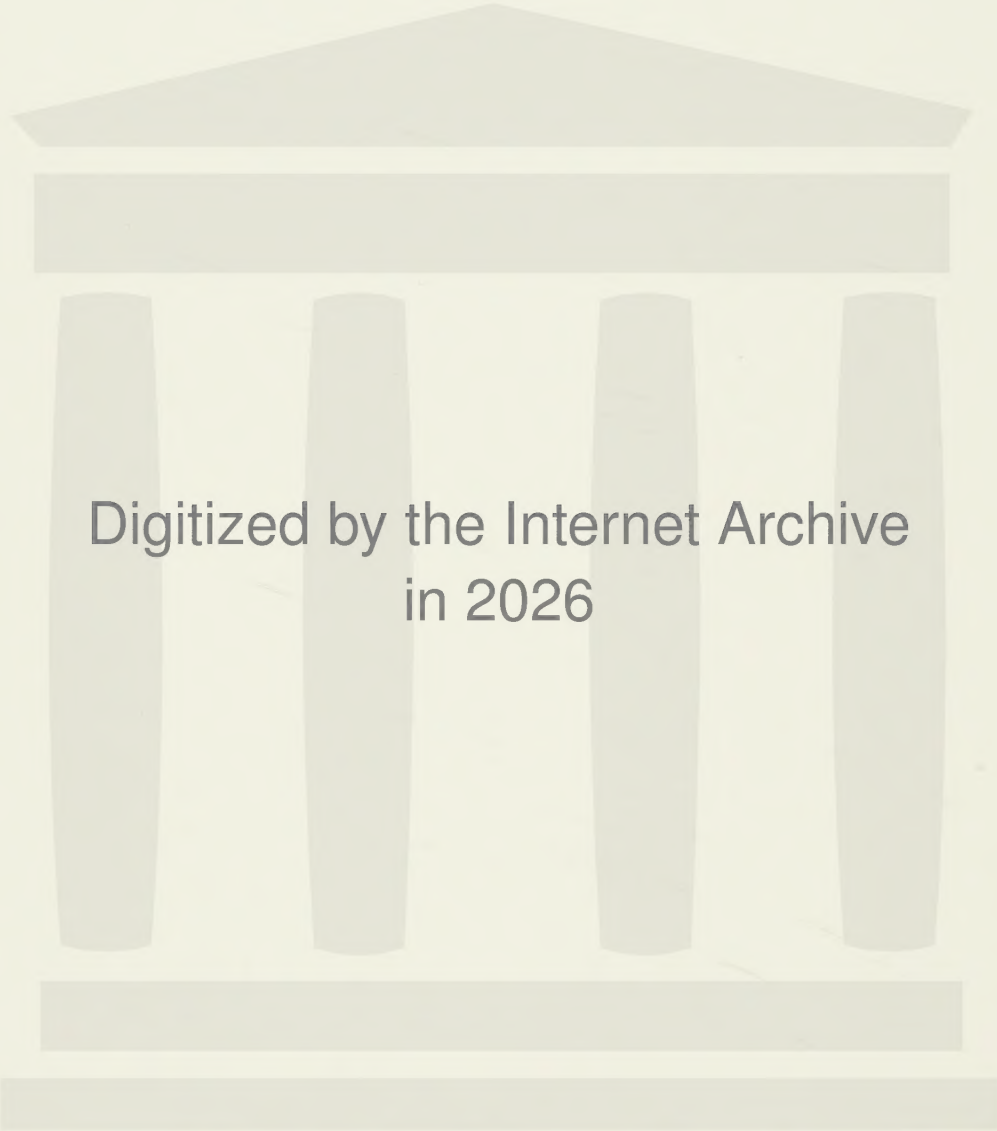
HAROLD HAEFNER

aus Zürich

Begutachtet von

Herrn Prof. Dr. Hans Boesch

Zürich 1963



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41507217_0016

Vegetation und Wirtschaft der oberen subalpinen und alpinen Stufe im Luftbild

dargestellt am Beispiel des Dischmatales und weiteren Teilen
der Landschaft Davos, Schweiz

Mit 14 Karten, 3 Profilen, 32 Bildern, 5 Abbildungen und 5 Tabellen

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde
vorgelegt der Philosophischen Fakultät II der Universität Zürich

von

HAROLD HAEFNER

aus Zürich

Begutachtet von

Herrn Prof. Dr. Hans Boesch

Zürich 1963

Zuschriften, die diese Schriftenreihe betreffen,
sind zu richten an Direktor Prof. Dr. E. Meynen, Institut für Landeskunde, 532 Bad Godesberg,
Michaelshof



INHALT

	Seite
I. Einführung	9
1. Zum gegenwärtigen Stand der Luftbildinterpretation	9
a) Allgemein und in der Geographie	9
b) In der Vegetationskunde und in der Forstwirtschaft	10
c) In der Gebirgsforschung	11
2. Problemstellung	11
3. Das verwendete Luftbildmaterial	12
II. Das Arbeitsgebiet	15
1. Die Landschaft Davos	15
a) Allgemeiner Überblick	15
b) Geologie, Morphologie	15
c) Klima	16
d) Vegetation	16
2. Das Dischmatal	17
3. Die Alpwirtschaft	17
4. Phänologische Angaben und Verlauf des landwirtschaftlichen Jahres	18
III. Die Vegetation im Luftbild	23
1. Allgemeines	23
2. Probleme der Vegetationsgliederung im allgemeinen und unter Verwendung von Luftbildern	24
3. Photointerpretations-Schlüssel	29
a) Allgemeines (Das Problem Photoschlüssel)	29
b) Beispiele für Schlüssel	30
c) Der Aufbau eines Vegetations-Schlüssels	32
4. Die einzelnen Identifikationsmerkmale, ihr Verhalten und ihre Brauchbarkeit im Gebirge	33
a) Allgemeines	33
b) Bild-Maßstab	33
c) Relief	35
d) Folgerungen	36
5. Der Vegetations-Schlüssel der Landschaft Davos	37
a) Bemerkungen zum Aufbau	37
b) Der Schlüssel	38
6. Die Vegetationskarte	56
a) Grundsätzliches zur Darstellungsweise	56
b) Die Übertragung Luftbild – Karte	57
c) Die einzelnen Formationen und ihre Gliederung	57
IV. Die jahreszeitlichen Veränderungen im Luftbild und die Frage der günstigsten Jahreszeit	63
1. Allgemeines	63
2. Die Veränderungen innerhalb der einzelnen Formationen	64
3. Die günstigsten Jahreszeiten für die Interpretation	65
V. Die alpine Wirtschaft im Luftbild	67
1. Allgemeines	67

2. Die Landwirtschaft	67
a) Wiesen	67
b) Weiden	69
c) Vernässungen und Entwässerungssysteme	70
d) Gebäude	71
e) Wegnetz	72
f) Mäuerchen und Zäune	72
g) Betriebsstufen der Alpwirtschaft	72
h) Anmerkungen	72
3. Die Waldwirtschaft	73
a) Allgemeines	73
b) Naturkatastrophen	73
c) Menschliche Eingriffe	74
d) Waldverbesserungen	74
e) Schutzwald und Lawinenverbauungen	75
f) Waldgrenze	75
 VI. Die Höhengrenzen im Luftbild	 77
1. Allgemeines	77
2. Siedlungsgrenzen	77
a) Dauersiedlungen	77
b) Temporärsiedlungen	78
3. Wald-, Baum- und Krüppelgrenze	78
4. Die Alpenrosen- und Zwergwacholder-Grenze	80
5. Die natürliche Waldgrenze	81
6. Weitere Höhengrenzen	81
7. Gesamtbetrachtungen, Zahlenangaben	82
 VII. Rezente Veränderungen der Kulturlandschaft im Luftbild	 83
1. Allgemeines	83
2. Hauswüstungen	84
3. Wiesen	85
4. Luftbildvergleich 1930 – 1956 – 1960	86
5. Ehemalige Mäher	87
6. Äcker	87
 VIII. Weitere Anwendungsmöglichkeiten des Luftbildes	 89
 IX. Schlußfolgerungen	 91
1. Vor- und Nachteile für die Luftbildinterpretation im Gebirge	91
2. Beschaffenheit der Luftbilder für die Gebirgsforschung und Gestaltung eines Bildfluges	92
 X. Zusammenfassung	 93
Summary	94
Bilder und Stereogramme z. T. mit Erläuterungsskizzen	95
Karten und Profile	zwischen 110 und 111
Literatur- und Kartenverzeichnis	111
Verzeichnis der Abbildungen im Text	116
Verzeichnis der Tabellen	116
Verzeichnis der Bilder und Stereogramme	116
Verzeichnis der Karten und Profile	117

VORWORT

Seit einer Reihe von Jahren wird am Geographischen Institut der Universität Zürich die Erforschung und Auswertung des Luftbildes systematisch gepflegt. Die vorliegende Arbeit entstand in enger Zusammenarbeit mit der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen (EAFV), Birmensdorf ZH. Im Rahmen ihres großen Aufforstungsversuches auf der Stillbergalp im Dischmatal, Davos, wurden zahlreiche Bildflüge aufgenommen, die sich für grundlegende Untersuchungen vorzüglich eigneten. Außerdem bestand für die Abklärung verschiedener Probleme in der Umgebung des Versuchsgeländes ein großes Interesse.

Seitens der EAFV, insbesondere der Herren Direktor Prof. Dr. A. Kurth, Dr. R. Kuoch und B. Rhody durfte ich fortwährende großzügige Unterstützung erfahren. Für ihre stete Hilfe und Gastfreundschaft, sowie für die Überlassung von Photo- und Kartenmaterial, möchte ich ihnen und dem ganzen Stillberg-Team meinen herzlichen Dank aussprechen.

Danken möchte ich auch meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. Boesch, der die Beziehungen zur EAFV in die Wege leitete, mir volle Freiheit bei der Bearbeitung des Themas gewährte, gleichwohl die Arbeit aus der Ferne überwachte und mit seiner großen Erfahrung und seinen Ratschlägen wesentlich zu ihrer Gestaltung beigetragen hat.

Mein besonderer Dank gilt meinem Freund Herrn Dr. D. Steiner, der die Abteilung für Luftbildinterpretation am Geographischen Institut der Universität Zürich betreut, für seine Anteilnahme am Fortgang dieser Arbeit. Mit ihm konnte ich alle Fragen und Probleme sowohl im Institut als auch im Felde besprechen. Seine Anregungen und die langen Diskussionen über unser gemeinsames Interessengebiet wirkten immer wieder klärend und fördernd.

Dem Luftaufklärungsdienst Dübendorf (Herrn Oberst Loepfe) danke ich für die Erstellung und Überlassung von Luftphotos und dem Institut für Landeskunde in Bad Godesberg (Herrn Prof. Dr. E. Meynen und Herrn Dr. S. Schneider) für die Aufnahme dieser Arbeit in ihre Schriftenreihe.

Für die Ausführung der mühseligen und zeitraubenden Schreib- und Korrekturarbeiten möchte ich Fräulein Urte Sierck ganz besonders danken. Mein letzter und herzlichster Dank aber gilt meiner lieben Mutter, die mir dieses Studium ermöglicht hat.

Unvergeßlich bleiben mir die herrlichen Tage in den Bergen, die langen, einsamen Streifzüge durch Wälder, über Alpweiden und Berggipfel. In guter Erinnerung werde ich auch die Zuverlässigkeit und Hilfsbereitschaft der Bewohner des Dischmas behalten. Ihrer und all meiner Kollegen, die mich auf meinen Wanderungen begleitet haben, sei an dieser Stelle ebenfalls gedacht.

Zürich, im Januar 1963

Harold Häefner

I. Einführung

1. Zum gegenwärtigen Stand der Luftbildinterpretation

a) Allgemein und in der Geographie

Durch das Luftbild wurde der Wissenschaft eine völlig neue Betrachtungsebene geöffnet, die dreidimensionale Schau der Erdoberfläche aus der Vogelperspektive. Mit seiner Hilfe kann das genaue Modell eines Landschaftsausschnittes bequem am Schreibtisch betrachtet und studiert werden, wodurch sich die Untersuchungen stark vereinfachen lassen und unter Umständen sogar bessere Resultate herbeigeführt werden können. Das Luftbild bietet im wesentlichen drei große Vorteile:

1. *Rationalisierung:* Die Feldarbeit kann systematischer geplant und erheblich verkürzt werden, was eine Einsparung von Zeit und Kosten bedeutet.

2. *Übersicht:* Es vermittelt einen idealen Überblick, läßt die räumlichen Zusammenhänge erkennen und enthält gleichzeitig sämtliche an der Erdoberfläche sichtbaren Einzelheiten.

3. *Dokument:* Es hält einen einmaligen Zustand in der Landschaftsentwicklung fest, der zeitlich genau fixiert ist, womit es zu einem unschätzbaren kulturhistorischen Dokument wird, dessen Wert sich mit zunehmendem Alter ständig vergrößert.

Die gegenwärtige Situation in der Luftbildinterpretation hat Steiner (124)¹⁾ knapp und übersichtlich charakterisiert. Es zeichnen sich zwei Wege in der Entwicklung ab:

1. Zweckgerichtete Aufnahmetechniken

Hier wird eine Verbesserung der Aufnahmeverfahren angestrebt, durch Ermittlung eines für eine

bestimmte Aufgabe zugeschnittenen Bildmaterials, durch spezielle Filmemulsionen (Farbfilm, Infrarot, Camouflage-Detection etc.), durch Film-Filterkombinationen sowie durch Verbesserung des Kopierprozesses (Ausgleichsapparate).

Die heute zur Verfügung stehenden Luftbilder werden immer noch in erster Linie für photographometrische Belange hergestellt (darum überwiegend panchromatische Aufnahmen) und sind deshalb für die Interpretation nur bedingt verwendbar. Um so bemerkenswerter sind die oft mit unzureichenden Mitteln erzielten Ergebnisse. Noch viel erschöpfendere Resultate aber lassen sich erreichen, wenn die sich auf dem technischen Sektor bietenden Möglichkeiten voll ausgenutzt werden. Darum ist die Forderung »für jede Interpretationsaufgabe muß ein adequates Bildmaterial erstellt werden« mit allem Nachdruck zu vertreten. Nur so wird der Einsatz des Luftbildes als Forschungsmittel wirklich sinnvoll und lohnend sein.

2. Objektivierung der Auswertung

Neben der technischen Vervollkommenung geht die Verbesserung der Auswertemethoden einher. Jede Interpretation unterliegt subjektiven Einflüssen des Auswerters. Diese werden sich nie ganz eliminieren lassen, aber man kann sie mildern. Der Weg führt über einheitliche Arbeitsmethoden zu allgemein gültigen Aussagen, zu Photoschlüsseln. Objektivere und besser vergleichbare Resultate ergeben sich durch die Anwendung von Messungen (Densitometer, Densograph) und durch deren Automation (Stereomaten).

Die Auswertung der Luftbilder erfolgt in der Regel nach zwei Hauptgesichtspunkten. Die *qualitative* Auswertung erstrebt die Identifikation der einzelnen Objekte anhand ihres formalen Aspektes, wiedergegeben durch die einzelnen Bildelemente (direkte Methode) oder mittels der natürlichen Korrelationen der einzelnen Landschaftselemente (indirekte Methode). Die *quantitative* Auswertung befaßt sich mit der Ausmessung einzelner Objekte

¹⁾ Die Nummern hinter dem Autorennamen entsprechen der Numerierung im Literaturverzeichnis.

mit Hilfe von Vergleichsskalen und Meßinstrumenten.

Alle Erdwissenschaften haben sich das Luftbild als Hilfsmittel zunutze gemacht und verwenden es in zunehmendem Maße. Keiner Wissenschaft aber vermag es so viele neue Erkenntnisse zu erschließen wie der Geographie. Es gewährt umfassenden Einblick in die Landschaft, deckt naturgeographische und anthropogeographische Zusammenhänge auf, macht die formale und funktionale Struktur deutlich, läßt historische Formen erkennen, Entwicklungstendenzen ableiten und gibt für ein exakt fixiertes Datum jedes Detail wieder. Es ist daher nicht verwunderlich, daß man das Luftbild immer häufiger zur Lösung wissenschaftlicher Fragen heranzieht, sei es nur zur Veranschaulichung, zur besseren Orientierung, als Kartierungsunterlage oder zur eigentlichen Interpretation.

Nach wie vor aber vernachlässigt werden grundlegende und systematische Untersuchungen über das Wesen des Luftbildes selbst. Die Abklärung seiner Möglichkeiten und Grenzen, die Art der Abbildung aller geographischen Objekte auf verschiedenen Filmarten und bei verschiedenen Maßstäben, ihre tages- und jahreszeitlichen Veränderungen, die zweckmäßige Bildherstellung für bestimmte Aufgaben und Regionen etc. sollte zuerst an die Hand genommen werden. Schon Müller-Miny (82) hat 1953 mit Nachdruck auf diese Forschungsaufgaben *am* Luftbild hingewiesen. Bis heute wurden aber leider nur wenige derartige Probleme bearbeitet²⁾. Das Fehlen von klaren Arbeitsmethoden, unzureichende Kenntnis über das benützte Hilfsmittel und die Verwendung ungeeigneten Bildmaterials sind eine schwere Behinderung für eine fortschrittliche Entwicklung der Photogeographie.

b) In der Vegetationskunde und in der Forstwirtschaft

Ähnliches wie in der Geographie gilt auch für die Vegetationskunde. Das Luftbild wird hier ebenfalls mehr zufällig denn systematisch verwendet. Die Mannigfaltigkeit und die Kleinheit der Pflanzen fallen erschwerend ins Gewicht. Grundlegende Untersuchungen über den Verwendungsbereich des Luftbildes fehlen fast vollkommen, obwohl gerade auf diesem Sektor ein weites Betätigungsfeld vor-

liegen würde. Die Vegetation oder zumindest die Oberfläche der Pflanzendecke bildet ja in den meisten Fällen den Hauptteil des direkt wahrnehmbaren Luftbildinhaltes. Aus der Vegetation lassen sich dann weitere Schlüsse ziehen, z. B. auf Böden, Klima etc. Häufig werden bei vegetationskundlichen Arbeiten aber nur die Wälder berücksichtigt, da die Bäume im Luftbild relativ gut erkennbar sind. Die baumfreien Flächen dagegen werden meist nur generell behandelt. Auch bestehen sehr viele Einzelarbeiten und Untersuchungen über Spezialfragen (z. B. über die spektrale Reflexion einzelner Blattarten etc.). Hingegen fehlen größere zusammenfassende Arbeiten über die verschiedenen Erscheinungsformen der Vegetation im Luftbild und ihre Identifikationsmerkmale. Selbst das *Manual of Photographic Interpretation* enthält kein eigenes Kapitel über die Vegetation. Einen ersten Versuch unternimmt Spurr 1960 in seinem Werk *Photogrammetry and Photo-Interpretation*, worin der Vegetation ein besonderer Abschnitt eingeräumt ist.

Umgekehrt steht es in der Forstwirtschaft. Ein sehr frühes Erkennen der Anwendungsmöglichkeiten und eine klare Zielsetzung, die Inventarisierung der Wälder nach Qualität (Holzarten, Zustand, Bonität) und Quantität (Flächen- und Volumenbestimmungen) zur Erstellung von Wirtschaftskarten und Planungsunterlagen ließen das Luftbild zum gut erforschten und eifrig benützten Hilfsmittel werden. Hier wurden allgemein verwendbare Arbeitsmethoden und die notwendigen technischen Geräte zur systematischen Auswertung entwickelt.

Primär wurde das Luftbild vor allem in entlegenen, extensiver bewirtschafteten Gebieten eingesetzt (Urwälder des Nordens und der Tropen), wo die natürlichen Korrelationen besser erhalten sind und eine Interpretation erleichtern. Es sind dies auch Gebiete, wo ein rascher Überblick wichtiger war als sehr genaue Ergebnisse.

Aber auch im intensiv genutzten Wirtschaftswald hat das Luftbild immer mehr Eingang gefunden. Vor allem bei der Bestandesausscheidung, der Abklärung der Mischungsverhältnisse etc. leistet es gute Dienste. Selbst wo Wirtschaftskarten vorliegen, vermag es neue und aufschlußreiche Aspekte zu vermitteln, die kaum auf anderem Wege gewonnen werden könnten. Als Beispiel diene die Arbeit von Boon (9). Die Verwendungsart der Flugaufnahmen, das Verhältnis von Luftbildinterpretation und Feldmessungen ist je nach erwünsch-

²⁾ Eine Ausnahme bildet die Arbeit von Steiner (123).

tem Genauigkeitsgrad, Zielsetzung und Waldtyp verschieden und verlangt ein entsprechendes Vorgehen. Hildebrandt (51) hat diese verschiedenen Inventurmethoden für die Sommer- und Nadelwälder sehr übersichtlich zusammengestellt.

Gewisse Aufgaben lassen sich ohne den Einsatz von Luftbildern praktisch überhaupt nicht lösen. Als Beispiel sei die Karte der Kastanienverbreitung der Südschweiz (28) angeführt. Eine Kartierung nach den geforderten Kriterien (Verbreitung, Wirtschaftstyp, Mengenanteil) wäre mittels gewöhnlicher Feldmethoden überhaupt nicht oder nur mit immensem Zeitaufwand durchführbar. Dank dem Luftbild können diese Karten leicht, schnell und exakt erstellt werden.

c) In der Gebirgsforschung

Obwohl gerade für Untersuchungen im Gebirge mit den zeitraubenden Anmarschwegen und dem oft schwierig begehbaren Gelände das Luftbild eine wertvolle Hilfe bedeuten könnte, wurde davon bis heute nur zögernd Gebrauch gemacht. Es existieren wenig großmaßstäbige Bildflüge. Man fürchtet die großen Verzerrungen und Schatten, die im Luftbild auftreten und die ungünstigen Abbildungsweisen einzelner Geländepartien (z. B. senkrechte Felswände). So wurden Flugbilder nur wenig benutzt, systematische Untersuchungen fehlen praktisch ganz.

Auf dem Gebiet der Alpwirtschaft hat Splachner (117) den Vorteil der Luftbilder schon früh erkannt und propagiert, doch blieben die praktischen Arbeiten eigentlich aus. In der Schweiz hat Ramser (86) Luftbilder als Kartierungsunterlage bei der Erstellung des Alpkatasters vorgeschlagen, da sie eine viel bessere Orientierung erlauben als eine Karte. Eigentliche Luftbildinterpretation aber wurde dabei nicht geleistet. Eingehender setzt sich Einevoll (30) mit dem Gebrauch von Luftaufnahmen für die Kartierung der Alpweiden in Norwegen auseinander. Mit Fragen der Landnutzung im alpinen Bereich hat sich vor allem Steiner (121, 122) beschäftigt. Zu erwähnen sind noch die kurzen Aufsätze von Rey (90) und Chabrol (17).

Von forstwirtschaftlicher Seite wurden Luftbilder in größerem Umfange im Gebirge erstmals bei der Waldinventur des Schweizerischen Nationalparks durch die EAFV herangezogen (69). Das gleiche Institut erstellte ebenfalls die Karten über den Ausaperungsverlauf in einem Gebirgstal (71), eine

Aufgabe, die wiederum einzig mit Luftbildern gelöst werden kann. Geologische Studien unternahm vor allem Helbling (48).

Während sich bei uns der Gebrauch von Luftbildern im Gebirge auf wenige Beispiele beschränkt, scheinen sie bei den russischen Forschern schon lange fest eingeführt zu sein, wie die grundlegenden Einsichten bei Havemann (46) und weitere Arbeiten (6, 42, 96, 143, 145) erkennen lassen.

2. Problemstellung

Die Kampfzone des Waldes, also der Übergangsbereich von der subalpinen zur alpinen Stufe, war seit jeher ein äußerst interessantes und viel untersuchtes Forschungsobjekt. Die Frage der Höhengrenzen im allgemeinen und die der gegenwärtigen sowie der natürlichen Waldgrenze im speziellen, im Zusammenhang mit der Alpwirtschaft und ihren vielschichtigen wirtschaftlichen, betrieblichen, rechtlichen und sozialen Problemen, haben immer wieder Botaniker, Geographen, Forstingenieure und Volkskundler zu Untersuchungen angeregt. Heute sind es vor allem zwei Problemkreise, die – eng miteinander verflochten – einer dringenden praktischen Abklärung bedürfen. Einmal ist es die Erhaltung einer existenzfähigen Bergbevölkerung durch Neugestaltung ihrer wirtschaftlichen Grundlagen. Dies hat auf dem Wege tiefgreifender betriebstechnischer Sanierungen (der Tal- und der Alpbetriebe), durch Meliorationen, Verbesserungen der Alpweiden, durch Weg-, Bahn- und Schutzbauten, durch Mechanisierung etc. (86) zu erfolgen. Daneben stehen die Fragen der Waldwirtschaft, die Bestandespflege und Ertragssteigerung der gegenwärtigen Waldungen und die Aufforstung neuer Flächen zum Schutze der Bevölkerung, von Siedlungen und Verkehrsanlagen, sowie zur Kompensation der im Tiefland infolge der ausgedehnten Bautätigkeit (Straßen, Industrien, Wohnhäuser) verlorengehenden Waldareale. Beide Interessenbereiche überschneiden sich und können nur gemeinsam einer Lösung entgegengeführt werden. Die Hauptaufgabe besteht zunächst in einer sinnvollen Ausscheidung von Wald und Weide, wobei die günstigsten Flächen der Landwirtschaft zu intensiver Nutzung vorbehalten bleiben, alles übrige Land aber so weit wie möglich aufgeforstet werden sollte, unter Ablösung der Waldweide. Eine derartige Neuorganisation setzt aber eine umfassende Grundlagenforschung der gegenwärtigen Verhältnisse voraus, die als Basis für die zukünftige Planung zu dienen hat.

Das Luftbild kann bei der Bearbeitung dieser Fragen in mannigfacher Weise benutzt werden und wertvolle Dienste leisten. In der vorliegenden Arbeit sollen nun seine wichtigsten Verwendungsmöglichkeiten für diesen Raum eingehend untersucht werden, wobei die geographische Betrachtungsweise im Vordergrund steht.

Sichtbarer Ausdruck sowohl der naturgeographischen Verhältnisse als auch der menschlichen Tätigkeit ist die *Vegetation*. Sie wird daher als ein Element des Landschaftsgefüges herausgegriffen und ins Zentrum der Untersuchungen gestellt. Die Art ihrer Abbildung im Luftbild, die Möglichkeiten der Identifikation einzelner Vegetationstypen und Pflanzenarten, ihre Gliederung und Kartierung mit Hilfe von Flugaufnahmen sollen gezeigt werden. Das Studium der Vegetation führt aber geradezu zwangsläufig zu neuen Fragen. Unstimmigkeiten im natürlichen Aufbau erfordern die Untersuchung des menschlichen Einflusses auf die Pflanzendecke, ja der gesamten *wirtschaftlichen Verhältnisse*. Die Erfassung der anthropogen beeinflussten Vegetation im Zusammenhang mit Relief, Untergrund, Hydrologie und Nutzungsweise erlaubt Schlüsse auch auf die nicht direkt sichtbaren Elemente, wie Böden und Klima, und führt so zur Gesamtschau des gegenwärtigen Zustandes. Damit kann aber eine Landschaft noch nicht völlig verstanden werden. Hinzu kommt noch ein Drittes. Funktionslose Elemente innerhalb der heutigen Landschaft weisen auf rezente Veränderungen hin und führen so zur *kulturhistorischen Betrachtungsweise*. Die Entwicklung und die Wandlungen der alpinen Landschaft werden damit zum Schlußglied

in der Kette der Untersuchungen. Das Studium eines einzelnen Elementes, der Vegetation, erweitert sich folglich zur gesamten räumlichen und zeitlichen Darstellung einer Landschaft. Schmithüsen (105, S. 131) sagt nicht vergebens: »Vegetationsforschung ist daher in vielen Ländern zugleich Kulturlandschaftsforschung.«

Die Probleme werden im folgenden stets aus der Perspektive des Luftbildes betrachtet, um die Möglichkeiten und Grenzen, die Vor- und Nachteile dieses modernen Hilfsmittels für derartige Untersuchungen im Bereich der Waldgrenze systematisch abzuklären. Damit verknüpft sind Fragen der richtigen Gestaltung eines Bildfluges und der günstigsten Zeitpunkte für die verschiedenen Interpretationsaufgaben. Die Untersuchungen sollen möglichst allgemeinen Charakter haben, werden aber immer anhand praktischer Beispiele erläutert, die einem einheitlichen Arbeitsgebiet entnommen sind. Der Raum an der Waldgrenze steht dabei im Vordergrund, doch werden die Betrachtungen immer wieder auf größere Teile der subalpinen und auf die ganze alpine, teilweise sogar auf die nivale Stufe ausgedehnt, um das gesamte Areal der Alpwirtschaftsbetriebe als funktionelle Einheit erfassen zu können.

3. Das verwendete Luftbildmaterial

Das in der vorliegenden Arbeit ausgewertete Bildmaterial wurde vollumfänglich vom Luftaufklärungsdienst des Militärflugplatzes Dübendorf im

Tab. 1 Technische Daten der vom Luftaufklärungsdienst Dübendorf geflogenen Bildflüge:
Kamera: K – 24 (Schlitzverschluss), Brennweite = 7" (178 mm), Bildformat 13/13 cm, Stereoskop. Überdeckung ca. 60 %.

Datum	Lokalität	Tageszeit	Flughöhe müM	Maßstab ca.	Anzahl Bilder	Besitzer der Negative
1 15. 9. 1956	Davos Wolfgang – Dorf – Dischmatal	?	4 300	1:15 000	3 Streifen à 20, parallel Talachse	EAFV
2 27. 8. 1958	Davos Frauenkirch – Clavadel	10.00	3 800	1:12 000	19	Geograph. Inst. der Uni. Zürich
3 dito	dito	14.45	dito	dito	12	dito
4 14. 7. 1959	Davos Dorf – Dischmatal	?	8 700	1:40 000	11	EAFV
5 31. 5. 1960	Davos Wolfgang – Dorf – Dischmatal	11.30	5 400	1:21 000	3 Streifen à 18, 12, 11	Geograph. Inst. der Uni. Zürich
6 9. 9. 1960	Davos Dorf – Dischmatal	14.30	9 500	1:44 000	7	dito
7 23. 9. 1960	Davos Wolfgang – Dorf – Dischmatal	14.15	11 000	1:53 000	7	dito
8 dito	dito	14.25	5 400	1:21 000	3 Streifen à 14, 13, 11	dito

Laufe der letzten Jahre geflogen, für die Untersuchungen im Zusammenhang mit den Aufforstungsversuchen im Dischmatal und für die vorliegende Arbeit. Es handelt sich durchweg um panchromatische Senkrechtaufnahmen mit großer Überdeckung, also schwarz-weiß Bilder, die stereoskopisch betrachtet und ausgemessen werden können. Die technischen Angaben dieser Bildflüge sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Die Aufnahmen der Eidg. Landestopographie konnten ihres relativ kleinen Maßstabes wegen nur für eine erste Übersicht gebraucht werden. Sie werden hier darum nicht näher angeführt. Hingegen besitzt die Eidg.

Landestopographie einen Flug älteren Datums vom selben Gebiet, der außerordentlich reizvolle Vergleichsmöglichkeiten bietet. Seine technischen Daten sind die folgenden:

- | | |
|----------------|--|
| Kamera: | Zeiss, Doppelkammer,
f = 210 mm |
| Aufnahmen: | Konvergentaufnahmen,
Glasplatten 13/18 cm |
| Flughöhe: | ca. 5200 müM |
| Maßstab: | ca. 1:16 000 |
| Aufnahmedatum: | (Aug. ?) 1930 |

II. Das Arbeitsgebiet

1. Die Landschaft Davos

a) Allgemeiner Überblick

Davos, im Nordosten des Kantons Graubünden gelegen, ist heute ein weltbekannter Kur- und Ferienort. Zur geschlossenen Hauptsiedlung städtischen Charakters (Davos Platz und Dorf) kommt noch eine ganze Reihe beinahe rein landwirtschaftlicher Siedlungen (Laret, Wolfgang, Frauenkirch, Clavadel, Glaris, Spina, Monstein) nebst vielen Einzelhöfen, die zusammen eine politische Gemeinde bilden, die *Landschaft Davos*. Sie ist die flächenmäßig zweitgrößte Gemeinde der Schweiz, mit ihren 254 km² ¹⁾ größer als der Kanton Zug, und zählt heute rund 10 000 Einwohner²⁾.

Die politischen Grenzen stimmen ziemlich gut mit dem obersten Einzugsgebiet des Landwassers überein. Nur bei Laret–Wolfgang reicht die Grenze etwas über die Wasserscheide ins Prätigau hinüber. Das Haupttal, entwässert durch das aus dem Davosersee kommende Landwasser, ist ein breites, flachsohliges Hochtal zwischen 1500 und 1600 müM, welches von NNE gegen SSW streicht. Im Norden wird es durch den niedrigen Paßübergang von Wolfgang abgeschlossen, der die Wasserscheide zwischen Landwasser und Landquart bildet. Gegen Süden fällt das Tal steil in die enge, unwegsame Zügenschlucht hinunter, wodurch es nach dieser Seite stärker abgeriegelt wird. Aus der weiten Talsohle steigen die Hänge schroff in die Höhe, meist bewaldet, um bei ungefähr 2000 m etwas zu verflachen. Hier setzen die ausgedehnten Zwergstrauchheiden und alpinen Rasen ein. In steilem Anstieg geht es dann in die Region des Felses und des Schnees über, wo bei 2600 bis 3200 müM die Gipfelflur erreicht wird.

Von SE her münden mehrere lange Seitentäler ins Haupttal ein. Die drei größten und wichtigsten

sind (von N nach S) das Flüela-, Dischma- und Sertigtal.

b) Geologie, Morphologie

Das Landwassertal ist durch eine alte tektonische Mulde vorgezeichnet und trennt zwei geologisch recht verschiedene Gebiete. Südöstlich davon liegen die kristallinen Gesteine (vorwiegend Gneise und Amphibolithe) der Silvrettadecke. Zwischen Davos Platz und Frauenkirch reichen sie über das Tal hinweg auf den Gegenhang über. Nordwestlich vom Haupttal finden wir ein geologisch reichlich verwickelter Bereich, die stark verschuppten mittelostalpinen Decken (Aroser Dolomitzug, Tschirpendecke, Aroser Schuppenzone) und die Sedimente der Silvrettadecke. Die Gesteine sind also vorwiegend sedimentärer Art, wie Dolomite, Kalke, Rauwacken etc. Im Gebiet über Wolfgang (Totalp) findet sich eine Ophiolithzone, hauptsächlich aus Serpentin bestehend.

Die Talgeschichte der Landschaft Davos ist sehr bewegt und interessant. Sie soll hier nur in groben Zügen skizziert werden, genauere Angaben finden sich bei Staub (120) und Cadisch (15). Einst entwässerte sich das Landwassertal gegen das Prätigau hinunter. Die Wasserscheide lag damals im Raume von Glaris. Man beachte dazu die Hauptstreichrichtung der Nebentäler und den Verlauf der obersten Terrassensysteme. Das Tal dürfte damals sehr eng und schmal gewesen sein. Die Flußumkehr erfolgte am Ende der Würmeiszeit mit dem Niederfahren eines großen Bergsturzes bei Wolfgang. Das ganze Paßgebiet besteht aus Serpentin-Schuttmaterial. Mit der Anlage der neuen Wasserscheide erfolgte die Bildung des Großdavosersees von ca. 15 km Länge, da der Abfluß durch die Zügenschlucht mit Moränenmaterial verstopft war. Dem See war allerdings nur eine kurze Lebensdauer beschieden. Die Zügen wurde schnell ausgeräumt und der See entleert. Gleichwohl war er von entscheidender Bedeutung für die Gestaltung des Hochtales. Er wurde schnell mit Material

¹⁾ Eidg. Statist. Amt: Arealstatistik der Schweiz 1952, Bern 1953: Landschaft Davos = 25 378 ha.

²⁾ Eidg. Statist. Amt: Eidg. Volkszählung 1. Dez. 1960, Bern 1961: Landschaft Davos = 9588 Einwohner.

von den Seitenbächen angefüllt, wodurch die heutige flache Talsohle und die großen Terrassen angelegt wurden (Deltas der Seitenbäche) (Bild XVII). Diese Terrassen liegen alle auf dem Niveau des heutigen Davosersees, der als Rest dieses alten Sees durch den Schutt des Flüelabaches gestaut wird. Die wichtigsten Verflachungen sind Wildboden, Spina, Chumma, Monstein etc., auf denen die vielen Bauernhöfe und Fettwiesen liegen.

c) Klima

Davos weist ein Gebirgsklima von mäßiger Kontinentalität auf, in einer Übergangstellung zwischen den feuchten nördlichen Randalpen und den trockenen Zentralalpen. Dies läßt sich am besten an den Niederschlägen erkennen (siehe Tabelle 2). Obwohl ca. 350 m höher gelegen, nehmen die Niederschläge gegenüber Klosters, also auf sehr kurze Distanz, ganz beträchtlich ab (rund 300 mm). Das Hochtal von Davos zeichnet sich durch verschiedene klimatische Vorzüge aus, wie lange Sonnenscheindauer, geringe Bewölkung, wenig Wind und relativ kleine Niederschlagsmengen, die es früh zu einem erstklassigen Lungenkurort und später zum berühmten Ferien- und Sportplatz werden ließen.

Man muß sich immer vor Augen halten, daß das Klima innerhalb der Landschaft Davos noch erhebliche Unterschiede aufweist, was sich wiederum auf die Vegetation, ihre Entwicklungszeit und die Möglichkeiten der Bewirtschaftung auswirkt. Leider haben die mikroklimatischen Untersuchungen im Dischmatal der EAFV und des Eidg. Schnee- und Laweninstitutes Weißfluhjoch, Davos erst

in den letzten Jahren begonnen oder werden nicht ganzjährig durchgeführt. Deshalb können über das Dischma noch keine genaueren klimatischen Resultate angeführt werden.

Um die Stellung des Klimas der Landschaft Davos besser zu charakterisieren, werden einige Daten in Tabelle 2 mit weiteren Stationen auf einer Profillinie nördliche Randalpen – Zentralalpen (Prätigau – Engadin) verglichen.

d) Vegetation

Wird eine Gliederung nach den üblichen Höhenstufen vorgenommen, so sind in der Landschaft Davos die obersten drei vertreten. Es sind dies:

Die *Subalpine Stufe*, welche die Talsohlen mit den Fettwiesen und die steilen, bewaldeten Hänge bis ca. 2100 müM umfaßt. Der Hauptteil der Wälder wird von der Fichte eingenommen, der, vorab entlang der Ränder, die Lärche beigemischt ist. Darüber schließt sich der schmale Lärchen-Arven-Gürtel an. Das Bergsturzgebiet von Wolfgang ist fast ausschließlich mit Bergföhren bestockt. Hinzu kommen noch die Grünerlen- und Legföhrengebüsche und die Zwergstrauchheiden. Als Obergrenze gilt allgemein die Baumgrenze.

Die *Alpine Stufe*, welche an die Zwergstrauchheiden anschließt und die Naturwiesen umfaßt, die durch zahlreiche Schutt- und Felsfluren unterbrochen werden. Sie reicht bis zur Schneegrenze.

Die *Nivale Stufe*, welche oberhalb der Schneegrenze liegt und nur noch geringe Pioniervegetation verzeichnet.

Von wirtschaftlicher Bedeutung aber sind nur die beiden unteren Stufen.

Nach der Vegetationskarte der Schweiz von E. Schmid sind in unserem Gebiet die folgenden Gürtel von unten nach oben vertreten:

- Fichten-Gürtel, bis ca. 2000 m
 - Lärchen-Arven-Gürtel (miteingeschlossen sind hier die Bergföhren im Gebiet von Wolfgang)
 - Zwergstrauch-Tundra-Gürtel
 - Carex-Elyna-Steppen-Gürtel, ca. ab 2400 m
 - Pulsatilla-Waldsteppen-Gürtel, Relikte am Wolfgangpaß in S bis SW-Exposition
- Über die verschiedenen Pflanzengesellschaften nach dem System von Braun-Blanquet finden sich keine vollständigen Angaben. Trepp (133) nennt in einem kurzen Aufsatz die Waldgesellschaften. Hingewiesen sei noch auf die Waldkarte von Rikli (94) aus dem Jahre 1909.

Tab. 2 Temperatur und Niederschlag einiger Stationen vom Alpennordrand ins Engadin:

Station	müM	Temperatur ³⁾			Niederschlag ⁴⁾
		Jan.	Juli	Jahr	
Bad Ragaz	578	-1.1	17.1	8.2	1098
Schiers	682	-3.4	15.7	6.3	1066
Klosters	1207				1302
Davos Platz	1960	-6.6	12.0	2.8	1004
Weißfluhjoch	2267	-9.1	4.4	2.8	1194
			(Aug. 4.7)		
Süss	1462				715
Schuls	1253	-5.8	14.9	4.8	699

³⁾ Quelle: Schüepp: Klimatologie der Schweiz, C, Lufttemperatur, 1. Teil; Beilagen zu den Annalen der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt 1959, Zürich 1960 (Jeweils Durchschnittswerte der jüngsten Meßreihe).

⁴⁾ Quelle: Annalen der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt (Durchschnittswerte der Jahre 1951–1960).

2. Das Dischmatal

Kerngebiet der Untersuchungen ist das mittlere der drei großen Seitentäler, das 15 km lange Dischmatal. Es ist von sehr einfachem Bau und steigt fast geradlinig von 1550 m (Davos Dorf) stufenweise in südöstlicher Richtung bis auf 2000 m (Dürrboden) an. (Siehe dazu Karte 1 mit Längsprofil). Von hier geht es in steilem Anstieg gegen Süden zum Scalettapaß, 2600 m, einem früher viel benützten Übergang ins Engadin und gegen Osten zum Grialetschpaß, 2540 m, der die Querverbindung zum Flüelapaß herstellt. Das Tal wird abgeschlossen durch die gletscherbedeckte Berggruppe des Piz Grialetsch und Scalettahorns. Steil steigen die Hänge aus der Talsohle empor und gehen auf ungefähr 2200 m in leichte Verflachungen über. Beide Talseiten sind recht gleichförmig ausgebildet und werden in regelmäßigen Abständen durch kleine Bäche und Runsen gegliedert. Von Westen her münden zwei kurze Seitentäler ein, das Rüedis- und das Rhinertäli, beide als typische Hängetäler ausgebildet. Das Dischma zeigt alle Elemente eines jungen, glazial geprägten Tales mit Steilstufen, in die sich der Bach rückwärts einschneidet, und mit Verflachungen, die teilweise ehemalige Seebecken darstellen, mit Moränen, Rundhöckern, Karen und Schuttfächern. Geologisch gesehen befindet sich das ganze Tal im Bereich der kristallinen Gesteine der Silvrettadecke mit überwiegend Ortho- und Paragneisen und Amphiboliten. Es handelt sich also durchweg um saure Gesteine.

Der Wald an den Hängen des Dischmatal ist in starkem Maße aufgelöst und in kleine, unzusammenhängende Einheiten gegliedert. Zwischen den einzelnen Waldstücken finden sich immer wieder Lawenbahnen und Steinschlagrunsen, die mit Buschwerk bestockt sind. Durch menschliche Tätigkeit wurde der Wald besonders stark in Mitleidenchaft gezogen. Dies geschah durch Rodungen zur Gewinnung neuer Weideflächen, namentlich von der Obergrenze her, und durch die Waldweide. Daher ist der Lärchen-Arven-Gürtel auch nur noch bruchstückweise vorhanden. An seine Stelle sind weite Zwergstrauchheiden getreten, die nur eine schlechte Weide abgeben.

Nach dem ersten Taldritzel endet der Wald wie abgeschnitten. (Das gleiche ist übrigens auch in den anderen Seitentälern zu beobachten). Der ganze hintere Talteil ist somit waldlos, eine Folge der unvernünftigen menschlichen Eingriffe. In früheren Zeiten war der Weg durch das Dischma eine

häufig begangene Route. Heute liegt das Tal abseits vom Verkehr, nur durch ein schmales Fahrsträßchen erschlossen (bis Dürrboden) und wird hauptsächlich von Feriengästen und Touristen besucht. Sonst aber wurde das Tal bisher durch die Fremdenindustrie von Davos kaum beeinflusst.

Die einheitliche Beschaffenheit des Tales in bezug auf Bau und Geologie kommt vergleichenden Luftbilduntersuchungen sehr entgegen. Darum mußte nur in vereinzelten Fällen über den engeren Bereich des Tales hinausgegriffen werden, um zu einem abgerundeteren Bild über die Verhältnisse an der Waldgrenze zu gelangen oder zur Vervollständigung, wenn die Beispiele im Tal selbst nicht vorhanden oder nicht instruktiv genug waren. So wurden die Untersuchungen über den Wald bis in den Raum von Wolfgang ausgedehnt, um zusammenhängende Stücke subalpinen Fichtenwaldes erfassen und ganz besonders auch die Areale der aufrechten Bergföhre miteinbeziehen zu können.

Zwei Hauptcharakteristika des Tales sollen noch rasch gestreift werden:

1. Das Tal ist außerordentlich steinig. Es ist übersät mit Felsbrocken aller Größenordnung, die oft nicht einmal aus den Fettwiesen entfernt werden konnten und macht so einen recht rauen Eindruck im Vergleich zum benachbarten Sertigtal.

2. Obwohl die Niederschlagsmengen eher gering sind, ist das Tal und hier speziell der Talboden ausgesprochen feucht. Vernässungen sind häufig, ebenso Hangquellen. Immer wieder trifft man auf verzweigte künstliche Entwässerungssysteme. Auch über der Waldgrenze sind alle Verflachungen versumpft oder vernäßt. Feuchtigkeitsliebende Pflanzen findet man in großer Zahl. Der Weiße Hahnenfuß (*Ranunculus aconitifolius*)⁵⁾ beispielsweise tritt in den flachen Abschnitten des Talbodens im Juni über weite Strecken aspektbildend auf.

3. Die Alpwirtschaft

Im oberen Teil der Landschaft Davos (Oberschnitt) finden sich keine Äcker mehr. Diese beginnen erst im Unterschnitt beim Wildboden und Clavadel sowie in Glaris und Spina, stets in steiler Südlage. Im Dischma wird ausschließlich Viehzucht

⁵⁾ Die lateinische Schreibweise der Pflanzen erfolgt nach Binz: Schul- und Exkursionsflora der Schweiz, Basel 1958 und nach Schibler: Flora von Davos, Chur 1937.

getrieben, in Form der Alpwirtschaft. Darunter verstehen wir die gesamte Wirtschaftsform der Bergbauern, bei der Tal- und Bergbetriebe eine funktionale Einheit bilden. Sie zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

1. Der Betrieb ist stufenförmig aufgebaut mit Streuung der Wirtschaftsgebäude und jahreszeitlich geregelter Wechsel des Viehs zwischen denselben.
2. Im Winter wird das Vieh im Talgut (und evtl. Außenställen) gefüttert.
3. Im Sommer befindet sich das Vieh auf den Alpweiden, d. h. den Bergarealen, die meist über der Waldgrenze gelegen und vom Talgut getrennt sind.
4. Die Marschdistanzen zwischen den einzelnen Wirtschaftseinheiten sind in der Regel klein, oft ist der Betrieb am gleichen Hang stufenweise übereinander angeordnet. Der Normalfall umfaßt Talgut, Maiensäß und Alp.
5. Lieferanten des Winterfutters sind vor allem die Wiesen um das Talgut (Talfettwiesen). Dazu kommen aber noch günstige Stellen in den Weideflächen: Alp fettwiesen, Magerwiesen, Mähder, Heuberge.

Die vielgestaltigen topographischen Verhältnisse im Hochgebirge und die unterschiedlichen rechtlichen Voraussetzungen bringen ein starkes Variieren der einzelnen Betriebsformen mit sich. Es gibt ein- bis vielstufige Betriebe, Einzel- oder Kollektivalpen etc.

Die Alpwirtschaft der Landschaft Davos und des Dischmas im besonderen zeichnet sich durch folgende Charakteristika aus:

1. Der zweistufige Alpbetrieb ist die Regel (Talgut – Alp). Das Maiensäß fällt weg, da die Dauersiedlungen bereits relativ hoch liegen (1500–1700 m). Die Distanzen zwischen den einzelnen Nutzungsarealen sind darum sehr kurz.
2. Das Wirtschaftssystem ist ganz auf privatrechtlicher Basis aufgebaut (Eigenart der Walser). Es sind vorwiegend Privat- oder Privat-Korporationsalpen. Sie werden somit nur von einem oder wenigen Bauern bewirtschaftet.
3. Im Dischma finden wir, soweit der Wald reicht, im Talboden dauernd bewohnte Einzelhöfe. Im Talhintergrund und über dem Wald liegen die Alpen. Die einzelnen Betriebsstufen sind also auch hintereinander entlang dem Talboden angeordnet.

4. Die Waldweide wird noch intensiv betrieben, besonders im Vorsommer und Herbst, vor und nach Beweidung der Alpen.

5. Die Milch wird heute nicht mehr auf jeder Alp einzeln verwertet, sondern im ganzen Tal gesammelt und zentral in Davos verarbeitet.

Die Alpwirtschaft der Landschaft Davos wurde eingehend untersucht und beschrieben von Senn (110, 111).

4. Phänologische Angaben und Verlauf des landwirtschaftlichen Jahres

Für die Luftbildinterpretation, insbesondere der Vegetation und der Landnutzung, ist es von entscheidender Bedeutung, den phänologischen Stand und die Arbeiten des Landwirts im Zeitpunkt der Aufnahme zu wissen. Diese Kenntnis ist unerlässlich für eine eingehendere Untersuchung, sie vermag vor groben Fehlschlüssen zu schützen und ermöglicht die Ermittlung des günstigsten Zeitraumes für Bildflüge. Da die phänologischen Daten zeitlich erheblich vom gewohnten und bekannten Schema abweichen, muß der Einfluß der Jahreszeit im Gebirge besonders berücksichtigt und sorgfältig abgeklärt werden.

Es ist nicht Sinn dieser Arbeit, exakt fixierte Resultate vorzulegen, die an einem ganz eng begrenzten Ort, ja an einer bestimmten Einzelpflanze gewonnen wurden und nur für das betreffende Jahr Gültigkeit haben. Dies ist Aufgabe von Spezialuntersuchungen.

Vielmehr soll versucht werden, den allgemeinen, durchschnittlichen Zustand des Tales und die für die Interpretation entscheidenden Zeitpunkte festzuhalten. Wichtig ist also eher das aspektbildende Auftreten einzelner Erscheinungen und nicht Daten, die genau definierten botanischen Kriterien entsprechen. Außerdem muß berücksichtigt werden, daß die Vegetationsentwicklung von Jahr zu Jahr beträchtlich schwanken kann, und daß innerhalb eines gleichen Tales wie das Dischma noch bedeutende Differenzierungen auftreten können.

Beispielsweise zeigte am 15. Mai 1961 jeder Talabschnitt (siehe Längsprofil bei Karte 1) ein eigenes Gesicht. Während im untersten Teil (Talboden von Chaiseran, 1580 müM) die Fettwiesen bereits in sattem Grün von 10–15 cm und im Schmucke zahlreicher Frühlingsblumen (Schlüsselblume, Stiefmütterchen, Enzian, Rote Waldnelke, Hahnenfuß,

Anemone usw.) standen, war der Dürrboden, 2000 müM, noch völlig schneebedeckt. Dazwischen lagen, stets säuberlich durch eine Talstufe getrennt, alle Stadien der Ausaperung und des Ergrünens und Wachsens der Wiesen, immer verknüpft mit einer charakteristischen Pflanze oder Gruppe in Blüte, wie z. B. Krokus, Soldanelle, Hahnenfuß etc.

Auch die landwirtschaftlichen Arbeiten sind im Gebirge in verstärktem Maße vom Ablauf des Wetters und dem Stand der Vegetationsentwicklung abhängig, was erhebliche Verschiebungen im Tätigkeitsbereich des Bauern mit sich bringen kann.

Es können also nur durchschnittliche Zeitangaben gemacht werden, die den generellen Stand der Vegetation wiedergeben. Auch entbehren sie der Vollständigkeit, da nur die für die Luftbildinterpretation relevanten Resultate zusammengestellt sind. Die nachfolgenden Daten wurden im Laufe der Feldarbeiten 1960–1962 gesammelt. Sie konnten ergänzt werden durch die phänologischen Aufnahmen der EAFV (Beobachtungsstation in der Versuchsfläche Stillberg), durch Literaturangaben (Gensler, 40, Schibler, 99) und durch Mitteilungen verschiedener Landwirte des Dischmales.

Besonders unregelmäßig ist der Frühlingsbeginn, d. h. Zeitpunkt, Verlauf und Dauer der Ausaperung und des Ergrünens von Wald (Lärchen, Laubholzgebüsche) und Wiesen. Die Vegetationsentwicklung der einzelnen Jahre gleicht sich dann während des Sommers weitgehend aus. So kann mit der Heuernte oder dem Bezug der Alpen häufig in der gleichen Woche gestartet werden. Ausnahmen können allerdings auch eintreten, wie z. B. 1962, als die Vegetationsentwicklung noch im Juli gegenüber dem Normalfall um mindestens einen halben Monat zurück war. Recht verschieden gelagert hingegen ist wieder der Winterbeginn und der Abschluß der Vegetationsperiode. Nach Gensler (40) hat der Talboden des Dischmas im unteren Abschnitt eine durchschnittliche Vegetationszeit von 100–130 Tagen; Davos Platz genau 135 (Zürich im Vergleich 213 Tage). Die höher gelegenen Gebiete weisen Vegetationszeiten unter 100 Tagen auf.

Ausaperung: Je nach Schneemenge, Höhenlage und Exposition nimmt die Ausaperung einen sehr verschiedenartigen Verlauf. Sie kann sich über mehrere Monate erstrecken (März–Juli). Siehe dazu Schibler (99). Die winterliche Schneedecke wird sehr unterschiedlich abgetragen, es beginnt

fleckenweise an den sonnenexponiertesten Stellen. Diese Flächen erweitern und vergrößern sich dann zusehends. Zuerst werden die Sonnenhänge, dann die Talböden und zuletzt auch die Schattenseiten vom Schnee befreit. Am längsten bleibt er in tief eingeschnittenen Runsen und Gräben liegen, wo er durch den Wind zu großen Haufen zusammengeblasen wurde, und wo die Sonnenstrahlen nur mühsam Zugang finden. Der Ablauf der Ausaperung ist von größter Wichtigkeit für die Vegetation und somit auch für die Landnutzung. Diesen Zusammenhängen, auf die beispielsweise Rey (90) hinweist, sollte vermehrte Beachtung geschenkt werden. Der Verlauf des Ausaperungsprozesses kann nur richtig mit Hilfe von Luftbildern erfaßt werden. Darauf wird auf Seite 89 hingewiesen.

Die Talsohle im unteren Abschnitt (Chaiserenteufi) und die Hänge der rechten Talseite werden durchschnittlich in der zweiten Hälfte April schneefrei. Im hinteren Talteil, auf der Schattenseite und in den höheren Regionen wird es Mai, ja Juni, bis die Hauptmassen des Schnees geschmolzen sind. Die letzten Reste verschwinden in ausgesprochenen Schattlagen erst im Juli. Abb. 10 gibt einen Eindruck vom Stand der Ausaperung am 30. Mai 1960.

Blattentfaltung: Wichtig ist der Zeitpunkt der Blattentfaltung der Laubholzgebüsche und der Lärche. Dieser fällt in die zweite Hälfte Mai (1961 Beginn 10.–15. Mai), in der Reihenfolge Vogelbeere, Birke, Grünerle. Die Lärche entfaltet ihre Nadeln ebenfalls Mitte Mai, in extrem günstigen Lagen auch schon etwas früher, im allgemeinen aber nicht vor dem 10. Mai.

Ergrünen und Wachstum der Wiesen: Zeitlich stark gestreut liegt das Ergrünen der Wiesen. Die Fettwiesen⁶⁾ sind den Magerwiesen in der Entwicklung weit voraus. Erstere zeichnen sich anfangs Juni durch einen einheitlich satten Graswuchs aus und heben sich klar von den noch braunen und gelben Magerwiesen und Weiden ab. Eine Auscheidung der Fettwiesen ist zu diesem Zeitpunkt also einwandfrei möglich. Leider ist der Entwicklungszustand der Fettwiesen unter sich aber ebenfalls recht unterschiedlich, wie das Beispiel auf Seite 18 zeigt. Die Daten des Ergrünens sind die folgenden:

Talfettwiesen: Zweite Hälfte April–anfangs Mai
Alpfettwiesen: Mai–anfangs Juni

⁶⁾ Auf die Unterscheidung der einzelnen Wiesentypen wird auf Seite 68 eingegangen.

Die Magerwiesen folgen mit einem guten Monat Verspätung (zweite Hälfte Mai bis Ende Juni) und sind auch in ihrem Wachstum weit unausgeglichener als die Fettwiesen. Ungefähr gleichzeitig mit den Magerwiesen erfolgt auch die Entwicklung der Weiden. Die Talfettwiesen erreichen die Vollblüte in der zweiten Junihälfte, die anderen Wiesentypen folgen in Abständen.

Heuernte: Die Heuernte beginnt in der Regel in den allerletzten Junitagen, bei schlechtem Wetter in der ersten Juliwoche. Von diesem Moment an ist der Bauer ununterbrochen mit der Heuernte beschäftigt, praktisch bis der erste Schnee fällt. Zuerst kommen die Fettwiesen in bester Exposition in der Talsohle an die Reihe. Ihnen folgen die auf der Schattenseite und die höher am Hang gegen den Waldrand gelegenen, allmählich von den Fettwiesen zu den Halbfett- und Magerwiesen übergehend. Gleichzeitig werden bereits die Alpftwiesen geschnitten und zuletzt auch noch die Mähder über der Waldgrenze. Ohne Unterbrechung schließt der Emdet der Talfettwiesen an, von denen allerdings nur die besten zweimal gemäht werden.

Der Verlauf der Heuernte ist in außerordentlichem Maße vom Wetter abhängig, was zu beträchtlichen zeitlichen Verschiebungen führen kann. Anhaltender Regen kann sich sehr störend auswirken, große Verzögerungen verursachen und den Emdet bis Mitte Oktober ausdehnen lassen. Auch können nicht immer alle vorgesehenen Talfettwiesen gemäht werden, da früh einsetzende Schneefälle dies verhindern. Das Areal der zweimal geschnittenen Wiesen schwankt daher von Jahr zu Jahr. Es ist somit unmöglich, Dauer und Ende der Heuernte und noch weniger Beginn, Umfang und Schluß des Emdet genau zu bestimmen. Alles geht direkt ineinander über und muß sich ganz den äußeren Bedingungen anpassen. Oft wird auch mit dem Emdet begonnen, bevor alles Heu der Mähder eingebracht ist.

Durchschnittlich lassen sich aber folgende Daten angeben:

Heuet:

Talfettwiesen:

Beginn: 1. Juli

Dauer: Juli–1. Hälfte August

Alpftwiesen: August–1. Hälfte September

Magerwiesen: 2. Hälfte August–September

Emdet:

Talfettwiesen:

Beginn: Frühestens anfangs September

Dauer: September (1. Hälfte Oktober)

Laubverfärbung: Der eigentliche Beginn der Laubverfärbung ist wiederum schwer fixierbar. Dies ist jedoch nicht von Bedeutung, entscheidend ist der Zeitpunkt, da die Verfärbung augenfällig sichtbar wird. Für die Laubholzgebüsche und die Lärche erfolgt dies in den letzten Septembertagen und wird anfangs Oktober ganz deutlich. Die Reihenfolge ist wiederum Vogelbeere, Lärche, Birke. Bei der Grünerle tritt keine sichtbare Verfärbung ein.

Verfärbung (Wachstumsende) der Wiesen: Weiden und Magerwiesen werden bereits in der zweiten Hälfte September bräunlich-gelb, die Fettwiesen etwas später, in der ersten Oktoberhälfte. Damit ist auch der Nutzung praktisch ein Ende gesetzt.

Laubfall: Kurz nach der allgemeinen Verfärbung der Bäume und Sträucher setzt das Fallen der Blätter in größerem Umfange ein. Es beginnt anfangs Oktober, für die Vogelbeere schon etwas früher. Die Entlaubung geht bei den Laubholzgebüschen schnell vor sich, speziell bei der Birke, und wird in der zweiten Oktoberhälfte meist abgeschlossen. Ein Schneefall zu diesem Zeitpunkt kann die totale Entlaubung praktisch innerhalb eines Tages herbeiführen (z. B. Schneefall vom 18. Oktober 1961). Der Nadelfall bei der Lärche dauert dagegen länger, bei einzelnen Bäumen bis weit in den Winter hinein.

Einschneien: Das Einsetzen der Schneefälle im Herbst wechselt wiederum erheblich von Jahr zu Jahr, von September bis November. Durchschnittlich fällt der erste Schnee Mitte bis Ende Oktober, des öfteren aber schon viel früher. Abb. 12 zeigt eine derartig außergewöhnliche Situation vom 9. September 1960. Diese Schneefälle haben natürlich großen Einfluß auf das Ende der Vegetationszeit, den Laubfall, den Emdet und die Grünfütterung des Viehs. Ab November bleibt der Schnee, zumindest in den höheren und schattigen Partien, dauernd liegen, und bald ist das Tal gänzlich von der winterlichen Schneedecke eingehüllt.

Viehhaltung im Jahreswechsel: Die Stallfütterung in den Heim- und Außenställen dauert den ganzen Winter und Frühling über. Je nach Stand der Vegetationsentwicklung und Lage wird das Vieh anfangs bis Mitte Juni auf die Waldweide

getrieben, in der Regel von den Außenställen aus (daher auch Frühlingsställe genannt). Gelegentlich weidet es auch für ganz kurze Zeit in den Fettwiesen.

Bereits wenige Wochen später, unmittelbar vor Beginn des Heuets, wird auf die Alp übersiedelt. Die Alpen im Talhintergrund, mit den günstigen Weiden in der Talsohle, werden schon ab Mitte Juni bezogen. Im Laufe des Juli und August werden immer höher gelegene Regionen bestoßen. Das

Vieh bleibt bis anfangs September auf der Alp. Nach Rückkehr ins Tal wird es nochmals für ungefähr zwei Wochen in den Wald getrieben. Eine verspätete Alpauffahrt oder eine vorzeitige Abfahrt, infolge schlechter Witterung, kann die Waldweide erheblich ausdehnen, was sich dann besonders schädlich auf den Wald auswirkt. Anschließend (ca. ab 20. September) werden die nicht gemähten Talwiesen beweidet, bis der einsetzende Winter dies unmöglich macht. Die Stallfütterung fängt also wieder Mitte Oktober an.

III. Die Vegetation im Luftbild

1. Allgemeines

»Ohne Kenntnis pflanzenphysiologischer Gesetze ist es ganz unmöglich, das Verbreitungsbild einer Kulturpflanze oder auch den wirtschaftlich so folgensweren Verlauf einer natürlichen Waldgrenze oder die Verbreitung ... des Sennereibetriebes richtig zu deuten. Das Klima ist in all diesen Fällen das Anfangsglied in der Kette von Ursache und Wirkung, die Wirtschaftsform ist das Schlußglied; zusammengehalten werden sie durch die Pflanzen- und Tiergeographie. Ohne das Mittelglied fällt die Kette auseinander.« (Gradmann, 1919, zitiert bei Schmithüsen, 105, S. 160.)

»Die breiteste Anwendbarkeit hat die Luftbildforschung zweifellos auf dem Gebiet der Vegetation.« (Troll, 134, S. 263).

Prägnanter läßt sich die Bedeutung der Vegetation für die Geographie und den Wert des Luftbildes für die Untersuchung derselben nicht ausdrücken. Die Vegetation ist Bindeglied zwischen Physischer und Anthro-Geo-graphie. Im Luftbild aber lassen sich Aussehen, Art, Dichte, Höhe, Nutzung usw. direkt erkennen und die Verbreitung erfassen und kartographisch festhalten.

Unter Vegetation sei »das Pflanzenkleid der Erde und seine verschiedenen Bestandteile« verstanden (nach Schmithüsen, 105, S. 5). Vor allem soll kein prinzipieller Unterschied zwischen natürlicher und anthropogener Vegetation gemacht werden. Sie soll vielmehr gesamthaft in ihrem gegenwärtigen Zustand dargestellt werden. Im europäischen Raum ist ja praktisch die ganze Pflanzendecke vom Menschen beeinflusst (auch die Wälder im Gebirge). Es gibt nur Unterschiede in der Art und in der Intensität der Bewirtschaftung. Gleichzeitig wird mit obiger Definition zum Ausdruck gebracht, daß sich die Luftbildinterpretation in zwei Richtungen bewegt.

Einerseits wird die Erfassung der Kombination sämtlicher Pflanzen an einem Standort, der besondere Vegetationstyp oder die Pflanzengesellschaft

angestrebt, andererseits wird versucht, Häufigkeit und Verbreitung eines einzelnen Gliedes, in der Regel einer bestimmten Art (z. B. eines Baumes), zu ermitteln.

Luftbildinterpretation ohne Kenntnis der Flora, der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Pflanzenarten, ihrer Formen und ihres ökologischen Verhaltens ist schlechterdings unmöglich. Ebenso wird auf eine Felduntersuchung nie verzichtet werden können, aber sie kann punkt- oder linienförmig vorgenommen und die Auswertung am Schreibtisch dann flächenhaft ausgeführt werden. Für die Identifikation einzelner Bestände oder Pflanzen im Luftbild gibt es zwei verschiedene Wege.

Direkte Methode: Die Identifikation beruht auf bestimmten Merkmalen der Abbildung wie Form, Größe, Grauton, Textur, Stereoskopisches Aussehen, Schlagschatten etc.

Indirekte Methode: Mit Hilfe der Korrelationen zwischen den einzelnen Landschaftselementen wie Untergrund, Relief, Exposition, Hydrologie, Nutzung und der Kenntnis der Standortseigenschaften der verschiedenen Pflanzen können Schlüsse auf den Vegetationstyp oder die einzelnen Arten gezogen werden. Ein wichtiges Kriterium sind noch die Lagebeziehungen zu den Nachbarobjekten. Je stärker der anthropogene Einfluß, desto mehr können diese Zusammenhänge gestört oder verwischt sein, wodurch diese Methode an Brauchbarkeit verliert.

Jede Interpretation wird gleichzeitig, wenn auch zum Teil unbewußt, beide Methoden miteinander verwenden. Ein Merkmal allein wird selten eine eindeutige Aussage gestatten. Darum sollen stets alle zur Verfügung stehenden Möglichkeiten systematisch ausgewertet werden. Nur so lassen sich gesicherte Resultate gewährleisten. Allerdings wird je nach Gebiet die eine oder andere Methode oder gar ein spezielles Identifikationsmerkmal in den Vordergrund rücken und als Hauptstütze bei der Interpretation dienen. Die anderen Merkmale sollen dabei aber immer im Auge behalten werden.

Die Vegetation der Gebirge nimmt eine Sonderstellung ein und verlangt eine spezielle Behandlung. Charakteristisch ist der schnelle Wechsel einzelner Vegetationstypen auf engstem Raum, bedingt durch das sehr variable Kleinrelief, ferner die recht unterschiedlichen Wuchsformen, Bestandesstrukturen und -dichten derselben Spezies oder Gesellschaft. Dies hat ein sehr uneinheitliches Aussehen zur Folge. Größere Flächen mit gleichförmigem Pflanzenkleid und Relief gibt es nur sehr selten. So findet sich im Luftbild auch keine Ausbildung einheitlicher Flächen, die sich durch einen charakteristischen Grauton und ein bestimmtes Muster auszeichnen, woraus auf Art oder Gesellschaft geschlossen werden könnte. Die Identifikation wird dadurch erheblich erschwert und die Aufstellung eindeutiger Merkmale praktisch unmöglich gemacht. Die Abbildungsweise eines bestimmten Vegetationstyps wird darum auch nie annähernd uniform und somit sauber zu erfassen sein. Vielmehr wird sie immer einen relativ großen Spielraum einnehmen und daher nur mit vageren Erkennungskriterien zu umschreiben sein.

Der Vegetations-Interpretation im Luftbild werden von zwei Seiten Schranken gesetzt. Erstens von der Photographie her. Maßstab, Filmtyp, Auflösungsvermögen bilden bestimmte Grenzen. Umgekehrt kann mit Hilfe gewisser Filme und Filter, unter Berücksichtigung der richtigen Jahreszeit, die Interpretation außerordentlich begünstigt werden. Die Art der zu lösenden Aufgabe, vor allem der gewünschte Detaillierungsgrad, setzen immer entsprechende photographische Techniken und Bildmaßstäbe voraus. Anhaltspunkte hierfür gibt Stone (131).

Zweitens sind der Interpretation aber auch vom Untersuchungsprojekt her Grenzen gesetzt. In erster Linie entscheidet die Größe der Pflanze darüber, ob sie überhaupt abgebildet wird oder nicht und ob sie noch individuell erkannt werden kann. Bei Bäumen ist dies häufig möglich, bei Sträuchern schon seltener, bei Krautpflanzen nur noch in Ausnahmefällen.

Daneben spielen die Mischungsweisen und die Anzahl der vorkommenden Arten innerhalb eines Bestandes eine bedeutende Rolle. Je weniger Arten auftreten, desto leichter sind sie auseinanderzuhalten. (Unterschied zwischen den tropischen Wäldern, wo praktisch kaum Arten identifiziert werden können und den borealen Nadelwäldern, die eine Separierung leicht zulassen). Letztlich müssen die Pflanzen immer Anteil am Kronendach haben,

also direkt aus der Luft zu sehen sein, um aus dem Luftbild ermittelt werden zu können. Auf die Ausbildung des Unterwuchses kann jeweils nur indirekt geschlossen werden.

Kuoch (68, S. 422) sagt: »Eigenständige Pflanzengesellschaften können wir an Ort und Stelle erkennen, weil sie morphologisch, in ihrem Gesellschaftsbau, verschieden sind. . . . Wenn die abstrahierten Typen, die Gesellschaften, unmittelbar zu erkennen sind, so muß man sie auch definieren können.«

Dies gilt gleichermaßen, unter Berücksichtigung der oben angeführten Einschränkungen, für die Abbildung der Vegetationstypen im Luftbild, ihre Identifikation und Beschreibung (in Form eines Schlüssels).

Die Möglichkeiten des Luftbildes bei Vegetations-Untersuchungen im Gebirge, die Art der Abbildung von Einzelpflanzen und Beständen, Methoden und Grenzen der Auswertung, die Fragen der kartographischen Darstellung und des Detaillierungsgrades bei einem bestimmten Maßstab (ca. 1:14 000) sollen in den nächsten Abschnitten eingehend untersucht werden.

2. Probleme der Vegetationsgliederung im allgemeinen und unter Verwendung von Luftbildern

Die Vegetation ist ein äußerst vielschichtiges und komplexes Gebilde. Ihre Gliederung, das systematische Ordnen von einzelnen Beständen und deren kartographische Darstellung kann darum nach den verschiedensten Prinzipien erfolgen und führt dementsprechend zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Jedes vergleichende Ordnungssystem bedeutet eine Generalisation der tatsächlichen Verhältnisse. Es gibt keine besseren oder schlechteren, sondern nur für bestimmte Aufgaben und Anforderungen mehr oder weniger zweckmäßige Systeme. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Einteilungsmöglichkeiten gibt Ellenberg (32, S. 38), weitere Angaben über vegetationskundliche Schulen finden sich bei Kuoch (68), Furrer (37), Kuechler (65) u. a. Erfolgt die Gliederung aus der Vegetation selbst, so kann dies im wesentlichen nach zwei Gesichtspunkten geschehen, nach physiognomischen oder floristischen Kriterien. Der erste Weg wurde und wird namentlich von Geographen, der zweite von Botanikern beschritten und führte

zu mehr oder weniger selbständigen Forschungszweigen innerhalb dieser Wissenschaften. Dabei ist zu beachten, daß Ausgangspunkt und Zielsetzung in Geobotanik und Vegetationsgeographie nicht völlig gleich gelagert sind, auch wenn das Untersuchungsobjekt dasselbe ist und die Betrachtungsweisen sich öfters überschneiden. Schmithüsen (104, 105, S. 5 ff. und S. 163) hat vor allem auf diese Unterschiede hingewiesen.

Die Anforderungen, die von seiten der Geographie an die Vegetationskartierung gestellt werden, sind bis heute wenig untersucht und herausgearbeitet worden. Einzig Kuechler (63, 64, 66) hat sich eingehend mit diesen Problemen auseinandergesetzt und versucht, ein weltweit anwendbares Kartierungssystem nach geographischen Gesichtspunkten aufzustellen. Primär gilt für die Geographie stets das vergleichende Betrachtungsprinzip, welches die Beziehungen über größere Räume, wenn möglich über die ganze Erde, erfassen und veranschaulichen soll.

Eine großräumige Klassifikation der Vegetation wird aber vorerst hauptsächlich auf physiognomischen Kriterien beruhen. Von da aus wird zur Gliederung kleinräumiger Gebiete fortgeschritten, was natürlich eine entsprechend detaillierte Aufteilung verlangt. Dies kann durch differenziertere Angaben über das Aussehen, die wirtschaftliche Beeinflussung, die Nutzung, die ökologischen Verhältnisse erreicht werden. Vor allem aber wird jetzt eine Einteilung nach floristischen Kriterien unerlässlich sein, insbesondere für die exakte Standortserfassung der Vegetation. Hier liegt der Ausgangspunkt der Geobotaniker, vor allem der pflanzensoziologischen Schule, die vorab die Charakterisierung eines lokal eng begrenzten Pflanzenbestandes anstrebt, die Herausarbeitung der Besonderheiten eines Standortes, die örtlichen Spezialitäten und Unterschiede. Von der kleinflächigen Untersuchung wird dann der Weg in die höheren Einheiten gesucht. Je weiter die Zusammenfassung voranschreitet, desto mehr müssen wieder physiognomische Merkmale zur Abgrenzung herangezogen werden. Damit sind die Berührungspunkte zwischen beiden Forschungsrichtungen hergestellt. Die Vegetationsgeographie kommt von der großräumigen Gliederung nach physiognomischen Prinzipien zur lokalen Einteilung nach vorwiegend floristischen Gesichtspunkten. Die Pflanzensoziologie umgekehrt geht von der örtlichen, auf floristischen Kriterien basierenden Untersuchung zur großflächigen Betrachtungsweise über,

bei der die physiognomischen Merkmale vermehrt in den Vordergrund rücken.

Die Erfassung einer Landschaft wird immer vom formalen Aspekt ausgehen, vom direkt Sichtbaren aus die verborgenen und unsichtbaren Gegebenheiten aufspürend. Darum ist es sinnvoll, auch die Vegetation, als ein Element des Landschaftsgefüges, von der *Physiognomie* her zu gliedern. Dies soll aber nur die Grundlage, das allgemein verwend- und vergleichbare System sein, von dem aus, entsprechend Maßstab und Zielsetzung, weiter unterteilt werden kann. Als Einheit dafür wird der Begriff der *Pflanzenformation* verwendet, der folgendermaßen definiert werden kann:

(Nach Schröter, zitiert bei Schmithüsen, 105, S. 97): »Formationen sind Bestände, welche in ihrer Physiognomie und in den Grundzügen ihrer Ökologie übereinstimmen.«

Welchen Anforderungen sollten nun Vegetationskarten für geographische Belange genügen? Kuechler (66, S. 7) nennt deren drei:

1. Die geographische Forschung muß immer bemüht sein, die verschiedenen Vegetationstypen oder Phytozönosen vor allem als Komponenten der Landschaft zu erfassen und auszudrücken.
2. Es ist darum von primärer Bedeutung, daß Vegetationstypen nach physiognomisch-ökologischen Einheiten ausgeschieden werden, welche im Felde erkennbar sind.
3. In jedem Fall ist es wünschenswert und tunlich, diese Einheiten floristisch zu verfeinern, d. h. ihre Unterteilung und Subunterteilung sollte auf der Artenkombination beruhen.

Daneben sind unseres Erachtens folgende Punkte zu berücksichtigen, die sich zum Teil aus dem vorher Genannten ergeben:

1. *Realkarte*: Es sollte immer die tatsächlich vorhandene Vegetation zur Darstellung gebracht werden, und zwar in vollem Umfange. Wechselt die Vegetation jährlich (Ackerbau), so muß, sofern derart stark gegliedert wird, der Zustand im Zeitpunkt der Aufnahme gezeigt werden, unter Beifügung des entsprechenden Datums. Mit dieser Forderung soll die Herstellung von Interpretationskarten (z. B. Karte der natürlichen Vegetation) und deren Bedeutung nicht tangiert werden. Aber zu einer derartigen Interpretationskarte gehört unbedingt und immer eine Karte der gegenwärtigen, realen Verhältnisse. Erst damit bekommen Interpretationskarten ihren eigentlichen Wert. Die

Gegenüberstellung mit der Realkarte vermag die Spannweite der Eingriffe des Menschen in die natürliche Ordnung, das Maß seines Wirkens und die Art der Gestaltung der Landschaft sichtbar zu machen.

2. *Bewirtschaftung*: Neben Aussehen und ökologischem Verhalten muß vor allem die Art der Bewirtschaftung zum Ausdruck gebracht werden, d. h. die Formen und Möglichkeiten der Nutzung und die Intensität der menschlichen Beeinflussung der Vegetation.

Kurz zusammengefaßt sei festgehalten, daß es kein allgemeingültiges Ordnungssystem zur Kartierung der Vegetation gibt, sondern für jeden Fall ein mehr oder weniger zweckentsprechendes. Gleichwohl bedarf es einer einheitlichen Grundlage, die, leicht faßbar, möglichst weltweite Vergleiche zuläßt. Dieses Grundprinzip ist die Physiognomie, die Kartierungseinheit ist die Formation. Wird sie in physiognomisch-ökologischem Sinne aufgefaßt, so kann auf diesem Wege ein klares Bild über Aufbau und Gestaltung der Vegetation gewonnen werden, welches zusätzlich Angaben über die weiteren Elemente der Erdoberfläche und die wirtschaftlichen Verhältnisse enthält. Das Bild wird um so reichhaltiger, je stärker gegliedert werden kann, wobei besonders die floristischen und wirtschaftlichen Merkmale vermehrt berücksichtigt werden.

Auf welche Weise und in welchem Umfang kann nun das Luftbild bei der Vegetationskartierung herangezogen werden? Hier zeigt es sich, daß die Eigenschaften, welche die Vegetationskarte von geographischer Warte aus besitzen sollte, der Luftbildinterpretation sehr entgegenkommen. Alle Komponenten (Physiognomie, Realkarte, Wirtschaft) lassen sich aus dem Luftbild herauslesen. Eine physiognomische Einheit wird sich auch im Luftbild unmittelbar von der nächsten abheben und folglich abgrenzen lassen. Von außerordentlichem Wert aber ist der Umstand, daß eine solche Einheit im Stereomodell jeweils im Zusammenhang mit den weiteren Landschaftselementen und in ihren Beziehungen zu den Nachbareinheiten betrachtet werden kann. Anders verhält es sich bei den pflanzensoziologischen Untersuchungen. Hier werden vorwiegend kleinste Einheiten ausgeschieden (Subeinheiten der Assoziation), für deren Gliederung größtenteils Vertreter der Kraut- und Moosschicht benutzt werden, nur selten Bäume oder Sträucher. Krautpflanzen und Moose aber können im Luftbild nur in Ausnahmefällen ange-

sprochen werden. Die Flugaufnahme ist also für eine Kartierung nach Formationen weitaus geeigneter als für eine nach pflanzensoziologischen Kriterien. Immerhin, das Luftbild kann auch da große Hilfe leisten, z. B. zur Erlangung einer besseren Übersicht, zur Orientierung im Gelände, als Kartierungsunterlage und allenfalls zur Festlegung von Grenzen. Die eigentliche Arbeit aber muß immer im Felde getan werden. Günstiger wird es, sobald großflächiger (Assoziationen und speziell Verbände) kartiert wird. Hier kann das Luftbild bei der Grenzziehung und der Ermittlung von Einheiten wieder sehr dienlich sein. Das gleiche gilt für die Ausscheidung von Gürteln und Höhenstufen, wie dies in den Vegetationssystemen von E. Schmid und Gausson der Fall ist.

Die Verwendungsmöglichkeiten des Luftbildes hängen ab von:

1. Der Art der Karte (es muß eine Realkarte sein) und dem Kartierungssystem (das physiognomische Prinzip ist dem floristischen gegenüber weit im Vorteil).

2. Dem Maßstab: Es muß eine gewisse Korrelation bestehen zwischen Kartierungsmaßstab (und Detaillierungsgrad) und Luftbildmaßstab.

Die Kartierung der Vegetation soll im folgenden nur noch aus der Perspektive des Luftbildes betrachtet werden, d. h. es soll die bestmögliche Anwendung des Luftbildes aufgezeichnet und seine Grenzen abgesteckt werden. Das Luftbild soll also als wirkliches Arbeitsmittel Verwendung finden und nicht einfach, wie es bei vielen Untersuchungen der Fall ist, mehr oder weniger wichtiges Zubehör sein. Damit sei nicht gesagt, daß allein mit dem Luftbild gearbeitet werden und die Feldarbeit fortfallen kann. Aber die Vegetationskarte soll durch echte Luftbildinterpretation gewonnen werden.

Der Arbeitsgang bei der Kartenherstellung wird dann in der Regel wie folgt vor sich gehen:

1. Am Schreibtisch: Studium des zu bearbeitenden Gebietes anhand der Literatur, speziell im Hinblick auf die zu erwartende Vegetation. Erste Durchsicht der Luftbilder, Markierung von augenfälligen Formen und Ausscheidung von leicht erkennbaren Einheiten. Festlegung der im Gelände zu begehenden Routen.

2. Im Feld: Vergleich der Vegetation in der Natur mit der Art ihrer Abbildung in der Luftaufnahme, entlang der ausgewählten Routen. Kontrolle der

im Luftbild ausgeschiedenen Formen und Grenzen. Aufstellung eines lokalen Schlüssels für sämtliche vorhandenen Pflanzenformationen und deren Untereinheiten (je nach Detaillierungsgrad), sowie evtl. für dominierende Arten.

- 3. Am Schreibtisch: Auswertung der im Felde entlang einer Linie gewonnenen Erkenntnisse in die Fläche. Entwurf der Karte.
- 4. Im Felde: Kontrolle aller unsicheren Punkte. Prüfung des Entwurfs anhand ausgewählter Beispiele.
- 5. Am Schreibtisch: Vervollständigung und Korrektur der Karte. Definitive Reinzeichnung.

Das Verhältnis von Schreibtisch- zu Feldarbeit wird von Fall zu Fall schwanken. Es ist abhängig vom Gliederungsprinzip, von der Einheitlichkeit oder Vielgestaltigkeit des Arbeitsgebietes und vom

Maßstab und der Qualität der Luftbilder. Ziel wird aber immer sein, die Feldarbeit auf ein Minimum zu reduzieren, da sie sehr zeitraubend ist, vor allem im Gebirge mit den langen Anmarschwegen und dem reich gegliederten und oft unwegsamen Gelände.

Der Anteil der dem Luftbild direkt entnommenen Inhalte ist in jeder Karte verschieden groß und selten exakt faßbar. Von der reinen Luftbildinterpretation bis zur Herstellung ohne Flugaufnahmen finden sich alle Stufen der Verwendungsmöglichkeiten. In Tabelle 3 wurde versucht, Art und Umfang des Luftbildeinsatzes bei der Herstellung von Karten (nicht ausschließlich Vegetationskarten) jüngerer Datums zu ermitteln und die Resultate in Korrelation mit Kartierungssystem und Maßstab einzuordnen. Dazu werden einige charakteristische Beispiele angeführt.

Tab. 3 Die Verwendungsarten des Luftbildes für die Vegetationskartierung:

Verwendung des Luftbildes:	ausschließlich	hauptsächlich	nebensächlich zusätzlich	keine
Stellung des Luftbildes:	alleinige Quelle	Arbeitsmittel	Hilfsmittel	–
Arbeitsort bei der Kartierung:	Schreibtisch	Komb. Schreibtisch-Feldarbeit	vorwiegend Feldarbeit	Feldarbeit
Gebräuchliches Kartierungssystem:	Physiognomische Einheiten		Floristische Einheiten	
	Einzelne ausgewählte Vegetationseinheiten	Formation	Gürtel	Assoziation und Subeinheiten
	mit zunehmend differenzierter Unterteilung v. l. n. r.			Nicht reale Einheiten
Gebräuchlicher Kartierungsmaßstab:	beliebig, eher groß 1: 25–200 000	beliebig 1: 20–200 000 je größer der Maßstab, desto bessere Untergliederung	relativ groß 1: 20 000 und größer je größer, desto weniger Luftbild verwendbar	in Interpret.-Karten beliebig, rel. klein, kleiner als 1: 200 000
Sachkenntnis:				
Luftbildinterpretation:	gute	sehr gute	geringe	keine
Bot.-Geobotanik:	geringe	gute	sehr gute	sehr gute
Regionale:	geringe	gute	gute	sehr gute
Beispiel:	Topogr. Karte (L-K der Schweiz)	Carte de la France, Type Outre-Mer	Carte de la Végétation de la France 1: 200 000	Vegetationsübersicht von Spiekeroog

Eine ganz genaue Aufstellung, wie sie Hildebrandt (51) für die Forstwirtschaft mit den exakten Inventurmethode zu geben in der Lage ist, kann in der Vegetationskunde allerdings nicht vorgenommen werden.

Ausgangspunkt ist die Karte, die nur mit Luftbildern, ohne jegliche Feldarbeit, gezeichnet wurde. Hierzu können praktisch alle modernen topographischen Karten größeren Maßstabes gezählt werden, die mittels Luftphotogrammetrie erstellt wurden. Sie enthalten in der Regel gewisse Vege-

tationseinheiten (Wald, Moor, Rebberg etc.). Es handelt sich dabei allerdings immer nur um ausgewählte Einheiten, die besonders leicht identifizierbar sind.

Umfassend und weit differenzierter wird die Vegetation auf den großmaßstäbigen französischen Karten »Type Outre-Mer« dargestellt. Da in weiten Gebieten Anhaltspunkte im Gelände (Häuser, Verkehrsanlagen etc.) gering sind, wurde der Vegetation zum Zwecke der besseren Orientierung eine dominierende Stellung eingeräumt. Zuerst

mußte nach einem übersichtlichen, für alle Karten und Gebiete anwendbaren Gliederungssystem gesucht werden, dessen Einheiten im Luftbild leicht auszuscheiden sind. Dafür wählte man die Formation und stellte ein achteiliges Grundschema auf. Jede Formation wird zusätzlich in Untereinheiten aufgegliedert, die der verschiedenartigen Beschaffenheit der Pflanzendecke und der Bewirtschaftung entsprechen (55). Die kartographische Repräsentation erfolgt mittels Farben und Signaturen. Die Vegetationsinterpretation von Luftbildern wird bei der Kartenerstellung in einem speziellen Arbeitsgang von Fachkräften ausgeführt. Das Ausmaß der Feldarbeit ist minim. Sie wird zudem von anderen Personen vorgenommen. Hier wird praktisch nur mit Luftbildinterpretation ein sehr anschauliches Bild der Vegetation vermittelt.

Echte Vegetationskarten, die mit Hilfe von Luftbildern erstellt werden, sind die nach den Methoden von Gaussen (16, 93) aufgenommenen »Cartes de la Végétation de la France au 1:200 000«¹⁾.

Namentlich unter Rey wurden die Verwendungsmöglichkeiten des Luftbildes untersucht und miteinbezogen (93). Die Karte ist heute das Werk einer sich gegenseitig ergänzenden Kombination von Feldarbeit und Luftbildinterpretation. Die Gliederung erfolgt nach arealgeographischen Gesichtspunkten, die Einheiten sind die sogenannten »étages«, die wiederum in die »séries« unterteilt werden. Letztere entsprechen dem Verbreitungsgebiet einer dominierenden Baumart (-en), die sich stets im Luftbild erkennen läßt. Die Karte ist außerordentlich reich an Inhalt, namentlich auch an wirtschaftlichen und ökologischen Angaben.

Beispiele, bei denen Luftbilder für die Kartierung nach pflanzensoziologischen Kriterien Verwendung fanden, sind sehr selten. Krause (61) erläutert zwar die theoretische Brauchbarkeit eingehend, führt aber keine praktischen Resultate an. Als einziges Exemplar sei auf die Karte »Vegetationsübersicht der Ostfriesischen Insel Spiekeroog« von Wiemann, 1957, hingewiesen. Hier diente das Luftbild allerdings nur als Kartierungsunterlage und zur Abgrenzung der Einheiten. Eigentliche Luftbildinterpretation wurde nicht geleistet. Gleichwohl ist der Wert des Luftbildes noch so groß, daß die Arbeit ohne dasselbe kaum hätte durchgeführt werden können. Es ist immer noch

notwendige Voraussetzung für derart detaillierte Vegetationskartierungen²⁾.

Die günstigsten Resultate lassen sich bestimmt dort erwarten, wo sich Luftbildinterpretation und Feldarbeit gegenseitig ergänzen, also das Luftbild die Feldarbeit unter Beibehaltung eines möglichst reichhaltigen Gliederungsschemas weitgehend zu ersetzen vermag. Am geeignetsten sind dafür nach physiognomischen Kriterien ausgeschiedene Einheiten (Formationen etc.), die dann, entsprechend den äußeren Voraussetzungen (Maßstab usw.) und der Zielsetzung verschiedenartig unterteilt werden können, wie beispielsweise nach: Höhenklassen, Dichteklassen, Artenzusammensetzung, dominierende Art (-en), Mischungsverhältnisse, Altersklassen, Qualitätsklassen, Wuchskraft, Art der Bewirtschaftung, Art der Nutzungsmöglichkeiten, ökologische Merkmale.

Aus solchen Möglichkeiten werden je nach Problemstellung die wesentlich erscheinenden ausgewählt und mittels Farb- und Signaturkombinationen zur Darstellung gebracht.

Vegetationsgliederungen nach obigem Muster wurden vorerst namentlich in Gebieten mit weitgehend natürlicher Vegetation (Tropen, Polargebiete) angewandt, welche der direkten Erforschung relativ schwer zugänglich sind. Beispiele sind die Arbeiten von Colwell (19, 20), Raup (87) und Stone (129). In Gebieten, in denen die Korrelationen zwischen den einzelnen Landschaftselementen noch weitgehend ungestört sind, lassen sich Kartierungen mit dem Luftbild besonders gut vornehmen, da hier die ökologische Betrachtungsweise als Hauptkennungsmerkmal bei der Auswertung herangezogen werden kann. Aber auch für menschlich stärker beeinflusste Regionen, die einer Untersuchung leichter zugänglich sind, behält das Luftbild seinen Wert. Eine Kartierung wird in vielen Fällen einfacher im Luftbild als im Felde durchzuführen sein. Das Vorgehen wird ebenfalls ziemlich gleich bleiben. Nur muß in vermehrtem Maße auf die wirtschaftlichen Einflüsse geachtet werden. Dabei sind öfters andere Erkennungsmerkmale ausschlaggebend. Ein sehr durchdachtes Gliederungsschema für anthropogen bedingte Vegetation gibt Sisam (113, S. 36). In gleicher Weise werden auch die Wälder von forstlicher Seite bearbeitet. Allerdings sind hier die Methoden noch weiter standardisiert, da mit der Kartierung meistens präzise Berechnungen verknüpft sind. Die Arbeiten

¹⁾ Bis heute wurden ca. 10 Blätter publiziert.

²⁾ Briefliche Mitteilung von Frau Dr. P. Wiemann, 13. 6. 1962.

von Boon (9), Moessner (80) und Stellingwerf (128) mögen als Beispiele dienen. Für geographische Arbeiten, das sei an dieser Stelle nochmals betont, sollte immer die gesamte Vegetation berücksichtigt werden.

Oft sind auch nur einzelne Bestandteile der Vegetation Untersuchungsobjekt. Fragen der räumlichen Verbreitung einer Spezies und ihr Anteil an der Gesamtvegetation können mit Hilfe von Luftbildinterpretation in sehr vielen Fällen geklärt werden. Unter Zuhilfenahme von speziellen Film-Filter-Kombinationen oder durch Ermittlung der günstigsten Jahreszeit lassen sich einzelne Arten eindeutig identifizieren und kartieren. Dem Studium geeigneter Filme und Filter wurde, im Zusammenhang mit der spektralen Reflexion der Blätter einzelner Arten, schon viel Aufmerksamkeit geschenkt (21, 22, 59, 127). Aufgrund dieser theoretischen Untersuchungen lassen sich dann die Bildflüge für die praktischen Arbeiten anordnen (22, 59). Ein gutes Beispiel besitzen wir in der Kastanienkarte der Südschweiz³⁾ (28). Zur Blütezeit (Juni/Juli, je nach Höhenlage) heben sich die Kastanien (*Castanea sativa*) deutlich von allen übrigen Baumarten ab. Aufnahmen, die zu diesem Zeitpunkt geflogen werden, gestatten also eine rasche und zuverlässige Zeichnung einer Verbreitungskarte, mit einer Gliederung nach Mengenklassen (prozentualer Anteil der Kronenprojektionen an der Gesamtoberfläche in vier Häufigkeits-Kategorien) und Wirtschaftstyp (Selve, Niederwald, gemischte Bestände). Die Festlegung von Grenzen bestimmter Mengen-Klassen wäre im Felde⁴⁾, unter Berücksichtigung eines durchgehenden Generalisierungsfaktors, schlechterdings unmöglich. Im Luftbild mit der bequemen Übersicht läßt sich das einfach verwirklichen. Flächen, die eine minimale Größe nicht erreichen, werden einfach eliminiert.

3. Photointerpretations-Schlüssel

a) Allgemeines (Das Problem Photoschlüssel)

Die ungeheure Mannigfaltigkeit des Luftbildinhaltes verlangt beinahe gebieterisch nach Ordnung

und Gliederung, nach dem Herausschälen der wesentlichen Merkmale und Erkennungsmöglichkeiten. Auf diesem Wege entsteht ein *Schlüssel*. Er soll hier folgendermaßen definiert werden, in Anlehnung an Stone (131, S. 131):

Ein Photoschlüssel ist ein systematisches und umfassendes Verzeichnis aller wichtigen, im Luftbild erkennbaren Abbildungsmerkmale einzelner Objekte, Landschaftselemente oder Komplexe.

Die Meinungen über die Frage »was ist ein Schlüssel« gehen fast ebenso weit auseinander wie die über Wert, Aufbau und Anwendung desselben. Die oben angeführte Definition wurde absichtlich weit gefaßt, um die Vielzahl der möglichen und existierenden Schlüssel miteinbeziehen zu können. Eine einfache Sammlung von Stereogrammen erscheint unter Umständen genauso zweckmäßig wie ein aus unzähligen Fragen kompliziert aufgebautes Gebilde. Wesentlich für einen Schlüssel erscheinen folgende Punkte:

1. Er muß systematisch aufgebaut sein (die Form, in der dies geschieht, hat sich nach dem Verwendungszweck zu richten).
2. Er soll umfassend sein (z. B. für ein Gebiet sämtliche Vegetationseinheiten enthalten und nicht nur einzelne, leicht erkennbare Typen).
3. Er darf nur Dinge enthalten, die man wirklich im Luftbild sehen kann.

Daraus ergibt sich, daß die Anzahl der möglichen Schlüssel sehr groß ist, daß ihr Aussehen von Bildmaßstab und Qualität und der Art ihrer Verwendung abhängt. Im Grunde genommen sollte für jede praktische Aufgabe ein besonderer, den speziellen Belangen entsprechender Schlüssel aufgestellt werden.

Die Schaffung eines Universal-Interpretations-Schlüssels, ähnlich dem Kartenleseschlüssel, wird demnach weder möglich noch erstrebenswert sein. Diese Hoffnungen, einst vor allem in den Vereinigten Staaten gehegt, haben sich heute gänzlich zerschlagen und eher einer gegensätzlichen Auffassung Platz gemacht. (Siehe dazu beispielsweise die Stellungnahme von Lueder, 78, S. 429). Dies erscheint aber ebenso falsch wie die frühere Überbewertung. Wenn es auch nie einen allgemeingültigen Schlüssel geben wird, so doch zahlreiche relative, die auf einem begrenzten Gebiet (sachlich und lokal) nutzbringend verwendet werden können.

Ein Schlüssel entsteht stets auf dem Wege des Vergleichs von Wirklichkeit und photographischer

³⁾ Vorgesehen sind 16 Blätter, gedruckt auf die Inhalte der Landeskarte 1 : 25 000. Bis heute sind publiziert: Blatt 1333 Tesserete, Blatt 1334 Porlezza, Blatt 1373 Mendrisio, Blatt 1374 Como. 1963 erscheinen: Blatt 1312 Locarno, Blatt 1313 Bellinzona, Blatt 1332 Brissago.

⁴⁾ Man denke nur an die undurchdringlichen Sekundär- und Niederwälder.

Abbildung. Das Erkennen der Abbildungsformen ist immer ein subjektiver Vorgang. Mit Hilfe dieser subjektiven Erkenntnis vermag ein Bearbeiter bereits die im Felde nicht begangenen Teile seines Untersuchungsgebietes auszuwerten. Ein Teil der Interpretation wird immer auf der persönlichen Erfahrung und Wahrnehmung beruhen. Das Aufstellen eines Schlüssels aber zwingt ihn, seine Erkenntnisse zu ordnen, sich Rechenschaft über die auftretenden Formen und Merkmale zu geben, das Typische vom Zufälligen zu scheiden, zu abstrahieren und alles in ein allgemeingültiges System zu bringen. Kurz, man hat sich über das Gesehene Klarheit zu verschaffen. Es ist ein Vorgang, der vom Individuellen zum Allgemeinen führt. Je weiter dieser Weg des Objektivierens vorangetrieben werden kann, desto allgemeingültiger wird der Aussagewert des Schlüssels sein⁵⁾. Da das subjektive Element aber nie ganz ausschalten ist, wird auch von dieser Seite die Aufstellung eines Universalschlüssels nicht möglich sein.

Der Schlüssel hat demnach primären Wert für seinen Ersteller selbst. Er wird dabei veranlaßt, sich über das Gesehene bewußt zu werden und das Wesentliche in Worte zu fassen. Dies gibt Ordnung und Übersicht, einerseits über die einzelnen Erkennungsmerkmale (den formalen Aspekt, die direkten Indikatoren), andererseits über die natürlichen Zusammenhänge (den funktionalen Teil, die indirekten Indikatoren) und ermöglicht eigentlich erst, eine Interpretation richtig, umfassend und rationell durchzuführen. Der sorgfältig angefertigte Schlüssel wird darum dem Ersteller bei seiner weiteren Arbeit eine viel bedeutendere Hilfe sein können als die sich nur mehr oder weniger zufällig angeeignete Erfahrung.

Daneben soll ein Schlüssel aber auch weiteren Benützern dienen. Er vermag dem Leser einen Gesamtüberblick, ein Inventar, über das bearbeitete Gebiet zu geben. Er soll auch einem mit dem Gelände wenig vertrauten Interpreten eine Auswertung erlauben. Ja, er soll letztlich die Bearbeitung eines unbekannten Gebietes durch einen Fachmann ermöglichen, auch wenn die Resultate dabei nicht so differenziert sein werden, wie in Verbindung mit Feldarbeit. Hierzu müssen allerdings einige Einschränkungen gemacht werden:

⁵⁾ Ein weiterer Schritt im Objektivierungsvorgang ist die Verwendung von Einheitsskalen und Mustertafel (z. B. in 3, 60) oder gar die Messung bestimmter Bildelemente, wie die geometrischen Formen, Dichte, Grauton, die Textur mit Hilfe von Mikrodensogrammen (Schwärzungsprofile) etc. Besonders die Russen haben auf diesem Gebiet große Anstrengungen unternommen, wie z. B. den Angaben von Winogradow (145) zu entnehmen ist.

1. Das neu zu bearbeitende Gebiet hat ähnliche naturgeographische Grundzüge aufzuweisen.
2. Der verwendete Bildmaßstab hat demjenigen des Schlüssels einigermaßen zu entsprechen.
3. Auch der phänologische Entwicklungsstand muß ungefähr derselbe sein.

Eine besonders wichtige Funktion haben Schlüssel noch zu übernehmen, wenn Bildflüge älteren Datums ausgewertet werden können, deren Inhalt im Gelände nicht mehr verifiziert werden kann. Ein Schlüssel, erstellt aus neuen Photos, die entsprechend den Bedingungen der alten Aufnahmen geflogen wurden, wird hier eine Lösung und Interpretation ermöglichen. Die Auswertung gerade solcher Luftbilder ist von außerordentlichem Interesse für landeskundliche Untersuchungen (siehe dazu Kap. VII/4, S. 86).

b) Beispiele für Schlüssel

Die Aufgabe heißt also: Herstellung von zweckentsprechenden Schlüsseln für bestimmte Sachgebiete oder Regionen und nicht von Einheitsschlüsseln. Einteilungskriterien und Aufbau können daher sehr verschieden sein. Allgemein darf jedoch gesagt werden, daß eine Abbildung (in Form eines Stereopaars und in möglichst gutem Druck) zur Veranschaulichung, zu Vergleichszwecken und zur Verdeutlichung des Textes höchst wünschenswert ist und immer beigelegt werden sollte. Die Schlüssel lassen sich in verschiedene Gruppen ordnen, die wichtigsten sind:

1. Nach Art des Inhaltes:

a) Sach-Schlüssel:

Er enthält die verschiedenen Aspekte eines einzelnen Objektes oder Komplexes.

b) Regional-Schlüssel:

Er umfaßt alle Elemente einer lokal eng begrenzten Region.

2. Nach Art des Aufbaus:

a) Vergleichs- oder Auswahl-Schlüssel:

Er besteht aus einer Sammlung von systematisch geordneten Bildern, meist Stereopaaren, zu Vergleichszwecken, welche evtl. durch Texte noch verdeutlicht werden.

b) Eliminations-Schlüssel:

Er ist analog einem Pflanzenbestimmungsbuch aufgebaut, wobei mittels einer Folge von

»entweder – oder« Fragen, vom Allgemeinen zum Speziellen fortschreitend, eine Lösung gefunden wird.

Die einzelnen Formen können natürlich auch kombiniert werden. Einige Beispiele für derartige Schlüssel für ganz unterschiedliche Verwendungszwecke seien kurz angeführt:

Landformen: Powers und Kohn (85)

Nach dem Eliminationssystem wird ein Schlüssel für Landformen in einem vom Kontinentaleis geprägten Gebiet, einer Küstenregion mit glazialen Formenschatz und einem trockenen Grasland am Rande der glazialen Ebenen der USA zusammengestellt. Sämtliche Fragen werden anhand eines Stereogramms erläutert. Ist die Form schließlich gefunden, so gibt es zur Erhärtung noch eine ganze Kontroll-Liste von Fragen.

Auf ähnliche Weise werden Schlüssel gegeben für kulturgeographische Objekte (Anbaugewächse, Siedlungen etc.), ebenso wird eine allgemeine Methode für die geographische Luftbild-Analyse entwickelt.

Natürliche Vegetation: Zwei schöne Beispiele liegen aus dem nördlichen Amerika vor, bei welchen die natürlichen Standortsfaktoren als wesentliches Einteilungsprinzip Anwendung finden.

Stone (129) gibt eine Übersicht über die Hauptvegetations-Einheiten (Reinbestände, charakteristische Mischformen) aus dem Gebiet von Anchorage, Alaska, in Form von Stereogrammen mit eingehender Textbeschreibung der wichtigsten Identifikationsmerkmale und der ökologischen Verhältnisse.

Raup (87), aus einem etwas südlicher gelegenen Gebiet (Grenzgebiet Alaska-Kanada), geht in ähnlicher Weise vor, baut aber seinen Schlüssel nach dem Eliminationsverfahren auf.

Aus den Tropen können analoge Beispiele angeführt werden. Es handelt sich um Schlüssel, die namentlich während des letzten Krieges ausgearbeitet wurden, für relativ unerfahrene Interpreten. Es sind daher meistens Vergleichsschlüssel, auf der Basis von Abbildungen, wobei vor allem die Zusammenhänge zwischen Vegetation und Untergrund hervorgehoben werden. Schlüssel wurden ausgearbeitet von Colwell (19), dem US Geological Survey (136), dem United States Naval Photographic Intelligence Center (137) etc.

Vegetation allgemein: Rey (89) versucht, für die

menschlich beeinflusste Vegetation einen Bestimmungsschlüssel im Eliminationsverfahren herzustellen. Die verwendeten Kriterien sind hier der Reihe nach: Stereoskopie, Art der Umgrenzung, Art der Struktur, Aussehen der Bestandesoberfläche. Für den wirklichen Gebrauch dürfte dieser Schlüssel jedoch nicht ganz ausreichen, da einzelne Einteilungsmerkmale zu vage umrissen sind.

Forstwirtschaft: Spurr (119) führt eine Möglichkeit für den praktischen Forstmann an. Für jeden einzelnen Waldbestand wird eine sehr detaillierte Informationskarte mit Stereogramm angefertigt. Dazu kommen zahlreiche Angaben über Art, Form und Aussehen des Bestandes, die Charakterisierung des Standortes und Meßergebnisse wie Kronenhöhe und Durchmesser, Holzvolumen etc. Eine geschickt angelegte Kartei solcher Karten vermag zu einer Quelle von Informationen zu werden, für die Auswertung ähnlicher Bestände, für die wirtschaftliche Planung und als Anhaltspunkt zur Bestimmung der im Laufe der Zeit eingetretenen Veränderungen.

Sayn-Wittgenstein (97) gibt einen Eliminations-Schlüssel für 20 Baumarten Nordamerikas, in erster Linie beruhend auf der Kronenform. Jede Art wird anschließend einzeln beschrieben und zu meist anhand eines sehr großmaßstäbigen Stereogramms veranschaulicht. Die Unterscheidungsmerkmale bei den einzelnen Eliminationsschritten sind allerdings nicht immer genügend scharf umrissen, um eine eindeutige Beantwortung zu ermöglichen. Stereogramme und Artbeschreibungen dagegen sind sehr aufschlußreich. Ähnliches läßt sich zu den Schlüsseln sagen, die Avery (3) publizierte. Sie haben in dieser Arbeit aber eher den Sinn von Beispielen als von vollständiger Übersicht.

Van Dillewijn (25) veröffentlicht einen Schlüssel für forstliche Verwendungszwecke aus Surinam. Das Gebiet wird zuerst nach Landschaftseinheiten gegliedert, die mit einer größeren Vegetationszone korrespondieren (Küstenzone, alte Küstenebene etc.). Der Beschreibung ist ein Stereogramm kleineren Maßstabes beigegeben. Diese Einheiten werden ihrerseits in einzelne Vegetationstypen unterteilt, jeder illustriert durch ein Stereogramm, eine kurze Beschreibung und eine stereoskopische Bodenaufnahme. Der Schlüssel darf als vorbildlich bezeichnet werden, im Aufbau und ganz besonders in drucktechnischer Hinsicht.

Landnutzung: Hier stellen sich ganz andere Probleme. Das jahreszeitlich konstant wechselnde Aus-

sehen einzelner Objekte (vornehmlich der Äcker) läßt die Frage der günstigsten Jahreszeit an vorderste Stelle rücken. Das meist recht einheitliche Aussehen eines Feldes in bezug auf Grauton, Textur und Stereoeffekt verhilft diesen Bildelementen zu einer dominierenden Rolle bei der Identifikation und dem Aufbau eines Schlüssels. Mit diesen Fragen haben sich vor allem Brunnschweiler (14) und Steiner (122, 123, 125) auseinandergesetzt, wobei letzterer auch die Zusammenstellung eines Schlüssels in Form einer Kombinationstabelle erläutert und für eine eng begrenzte Region (Ajoie, Kt. Bern) ein praktisches Beispiel gibt (125).

Bodenkunde: Es ist schwierig, eigentliche Schlüssel für die Bodenkunde zu schaffen, da das Untersuchungsobjekt meist der direkten Sicht entzogen ist. Über Kartierungsmethoden und praktisches Vorgehen orientieren vor allem Buringh (in 79, S. 633 ff.) und Vink (138). Weitere Literaturangaben finden sich jeweils in den genannten Werken.

c) *Der Aufbau eines Vegetationsschlüssels*

Herstellung und Anwendung eines Vegetationsschlüssels verlangen immer hinreichende Kenntnis über die im Gebiet vorkommenden Vegetationstypen und Pflanzenarten. Somit hat er nur Gültigkeit für eine Region, in der kein neuer, relevanter Typ hinzukommt. Die Gliederung wird stets von den größten Einheiten ausgehen, die dann je nach Maßstab weiter differenziert werden können. Zuerst werden Bestände von mehr oder weniger einheitlicher Beschaffenheit identifiziert, dann einzelne Arten oder Mischformen, im besonderen Bäume und Sträucher. Baumarten anzusprechen ist bei Maßstäben von 1:10 000 – 15 000 nur in Gebieten möglich, die eine kleine Artenzahl aufweisen. Wälder mit größerer Artenzahl (wie z. B. die europäischen Laubmischwälder) gestatten nur noch die Ausscheidung charakteristischer Bestände. Höchstens Baumarten mit besonderen Kronenformen lassen sich ermitteln. Eine Gliederung nach Vegetationstypen vermag aber bereits umfangreiche Informationen zu liefern. Bei Maßstäben größer als 1:10 000 sind einzelne Arten wieder vermehrt eruierbar, vornehmlich mit Hilfe der Kronenform (97).

Aufgrund des bisher Gesagten sind für die Herstellung eines Vegetationsschlüssels folgende Punkte maßgebend:

1. Die charakteristischen Merkmale, an denen ein Objekt eindeutig zu bestimmen ist, sollen kurz und klar formuliert werden. Da in den seltensten Fällen ein Merkmal allein genügt, sondern nur die Kombination mehrerer Indikatoren zum Ziele führt, müssen sie alle der Reihe nach beschrieben werden.

2. Vergleiche können am besten anhand einer Abbildung gezogen werden, ebenso wird damit der Text verdeutlicht. Als Bild sollte immer ein möglichst vielseitiger Ausschnitt gewählt werden, der die verschiedenen Situationen, in denen die betreffende Einheit vorkommen kann, und ihre unterschiedlichen Erscheinungsformen wiederzugeben vermag. Sie muß im Bild genau abgegrenzt und bezeichnet werden.

3. Da die Wuchshöhe einer Art, ihre Form oder gesamthaft die Beschaffenheit des Kronendaches bei der Identifikation eine bedeutende Rolle spielen, muß diese Abbildung immer als Stereogramm reproduziert werden.

4. Je geringer der Einfluß des Menschen auf die Vegetation, desto klarer treten die natürlichen Zusammenhänge hervor. Die Standortseigenschaften und das ökologische Verhalten einer Einheit sollen darum gebührend berücksichtigt werden.

5. Eine Bodenaufnahme vermag besonders dem ungeübteren und lokal weniger bewanderten Betrachter eine klarere Vorstellung vom Aussehen einer Einheit zu vermitteln und kann darum als nützliche Ergänzung dienen.

Eine systematisch geordnete Liste von Stereogrammen mit klarem, knappen, aber umfassenden Begleittext und einer Bodenphotographie erscheint somit die vielversprechendste Art von Vegetationsschlüsseln zu sein. Je präziser und objektiver die einzelnen Merkmale erfaßt werden können, desto brauchbarer und allgemeingültiger wird der Schlüssel sein. Eine sinnvolle Gliederung der einzelnen Formen nach übergeordneten Einheiten oder gar die weitere Verarbeitung zu einem Eliminationschlüssel wird seine Nützlichkeit noch steigern können. Dabei ist zu sagen, daß bei Vergleichsschlüsseln das Bild dominiert und durch den Text ergänzt wird. Umgekehrt wird beim Eliminationschlüssel dem Wort primäre Bedeutung zukommen, während das Bild mehr der Veranschaulichung dient.

Ein wesentlicher Punkt für die Verwendbarkeit von Schlüsseln, besonders wenn sie zur Hauptsache auf der Abbildung fußen, ist eine einwandfreie

Reproduktion. Als mustergültig sei diesbezüglich nochmals auf den Schlüssel von van Dillewijn (25) hingewiesen.

4. Die einzelnen Identifikationsmerkmale, ihr Verhalten und ihre Brauchbarkeit im Gebirge

a) Allgemeines

Die einzelnen Vegetationseinheiten werden im Schlüssel mit Hilfe der verschiedenen Bildelemente charakterisiert, die direkt sicht- und bestimmbar sind. Unbekannte Objekte werden nachher aufgrund dieser Merkmale identifiziert. Die wichtigsten Unterscheidungskriterien sind: Form, Größe, Grauton, Textur, Stereoeffekt und Stereoskopisches Aussehen, Gefüge (Muster, Pattern), Schatten etc. Definierte Werte solcher Kriterien nennen wir *Indikatoren*.

Bei der Bildbetrachtung wird vorerst kaum ein Element gesondert berücksichtigt, sondern stets das charakteristische Bild, das durch die Kombination sämtlicher Indikatoren hervorgerufen wird, gesamthaft und gleichzeitig gesehen und daraus der Schluß auf die Identität des unbekannten Gegenstandes gezogen. Erst wenn diese generelle Inspektion nicht zum Ziele führt, sondern Unsicherheiten bestehen bleiben, werden die Merkmale einzeln analysiert. Dabei ergibt sich, daß je nach Maßstab, Gelände und Art der Interpretation andere Indikationen primäre Bedeutung bei der Bestimmung erlangen. Für die Identifikation der Vegetation dienen vor allem Grauton, Textur und

Stereoskopisches Aussehen. Leider sind gerade diese Indikatoren mit erheblichen Unsicherheitsfaktoren belastet. Diese muß man unbedingt kennen und berücksichtigen, wenn man Fehler vermeiden will. Um die Klärung dieser Fragenkomplexe hat sich vor allem Steiner (7, 123) verdient gemacht. Hier wird darum nicht mehr auf diese allgemeinen Probleme eingegangen, sondern nur darüber hinaus auf die Besonderheiten hingewiesen, die sich aus der Gebirgslage für die einzelnen Bildelemente ergeben. Auf diese speziellen Verhältnisse hat bereits Havemann (46) aufmerksam gemacht.

Zwei Dinge beeinflussen die Luftbildinterpretation im Gebirge entscheidend und verursachen zusätzliche Schwierigkeiten:

1. Die großen Höhendifferenzen, resultierend aus den topographischen Gegebenheiten, welche in jeder Einzelaufnahme auftreten, noch viel stärker aber in ganzen Bildserien (so bei konstanter Flughöhe photographiert) und sich ungünstig auf den Bildmaßstab auswirken.
2. Die Steilheit (bis zu senkrechten Felswänden) des Geländes und die Vielgestaltigkeit des Reliefs, was sehr unterschiedliche Beleuchtungsverhältnisse verursacht.

Die Auswirkungen dieser Faktoren auf die Abbildungsweise und die Konsequenzen für die Interpretation sollen in den nächsten Abschnitten besprochen werden.

b) Bild-Maßstab

Die Höhenunterschiede bewirken sehr verschiedene Bild-Maßstäbe. Abb. 1 zeigt den Bereich der

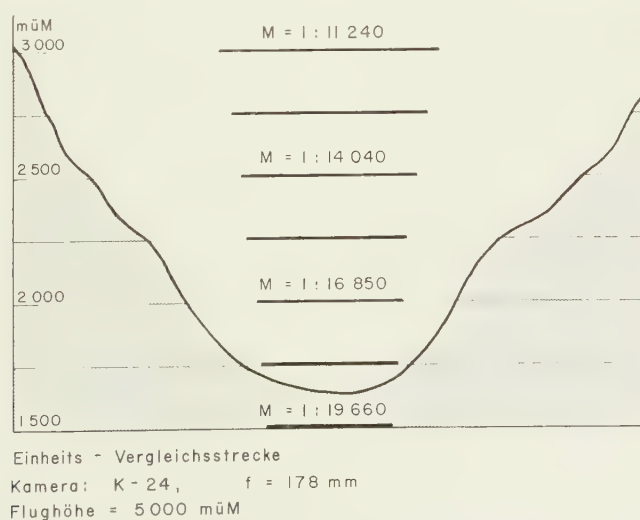


Abb. 1 Maßstabsänderungen im Luftbild

Variabilität für technische Bedingungen, die unserem September-Flug 1956 entsprechen (siehe S. 12). Bei Höhenlagen zwischen 1500 und 3000 müM schwanken die Maßstäbe zwischen 1:19700 und 1:11200, was im Extremfall Längenunterschiede eines gleich großen Objektes um das 1,8-fache mit sich bringen kann. Es darf also nie einfach mit einem durchschnittlichen Maßstab gearbeitet werden, besonders nicht bei Längen- und Flächenmessungen. Weittragender sind aber die Folgen dieser Tatsache für die Interpretation. Die meisten Indikatoren sind maßstabgebunden und wechseln ihr Aussehen mit diesem. Wird ein Schlüssel aufgestellt, so basiert er immer auf einem bestimmten Maßstab. Das wird nun nur noch bedingt möglich sein, da sich im Gebirge die Maßstabsänderungen bereits innerhalb einer einzelnen Aufnahme und vermehrt innerhalb einer Serie auswirken. Hiervon werden besonders betroffen:

Objektgröße: Auf die Differenzen der Längen und Flächen wurde bereits verwiesen. Die flächenmäßigen Veränderungen sind allerdings nicht so groß, daß sie bei einer Interpretation entscheidend ins Gewicht fallen würden, weil, was wichtiger ist, die Proportionen gewahrt bleiben. Entscheidend ist dieser Punkt jedoch bei Vergleichen mit Mustertabellen oder bei exakten Messungen, z. B. von Baumhöhe, Kronendurchmesser, Bestandesdichte etc. Aus solchen Resultaten werden dann, vorwiegend in der Forstwirtschaft, Schlüsse auf das Alter der Bäume und das Holzvolumen der Bestände gezogen. Vor der Anwendung solcher Methoden muß dringend gewarnt werden; hier ist größte Vorsicht am Platz. Ferner muß hinzugefügt werden, daß noch weitere Unsicherheitsfaktoren mit hineinspielen (siehe S. 34/35).

Textur: Dieser Begriff soll hier streng zweidimensional verstanden sein. Die Textur ist in außerordentlichem Grade maßstabgebunden, die Detailzeichnung eines Objektes kann sich sehr schnell verändern. Eine Textur, die beispielsweise in höheren Lagen noch in Erscheinung tritt, kann in Tallage (mit den erheblich kleineren Maßstäben) schon nicht mehr abgebildet werden. Es ist eine Frage der Objektgröße und des Auflösungsvermögens des Films. Kommen die Dimensionen eines Bestandteils einer Textur in den Bereich der Untergrenze des Auflösungsvermögens zu liegen, so sind sie je nach Höhenlage noch sichtbar oder nicht⁶⁾. Eine Vegetationseinheit wird demnach texturmäßig

entsprechend der Höhenstufe ihr eigenes Gesicht haben und nie ein allgemeingültiges. Erschwerend kommt hinzu, daß im Gebirge recht unterschiedliche Wachstumsbedingungen herrschen, was sich unmittelbar auf die Form und das Aussehen eines Vegetationstyps auswirkt. Eine einheitlich und gleichförmig ausgebildete Vegetation wird sich kaum je über größere Flächen ausbilden. Damit ergeben sich im Photo aber auch keine regelmäßigen und charakteristischen Texturen. Das Erfassen solch typischer Texturen bereitet seit jeher Mühe. Hier im Gebirge wird dieses Bildelement vollends unzuverlässig und praktisch nicht mehr brauchbar sein.

Stereoeffekt und Stereoskopisches Aussehen: Die Maßstabsdifferenzen machen sich hier vor allem bei den unteren Grenzwerten der stereoskopischen Sichtbarkeit unliebsam bemerkbar. Die Stereoschwelle liegt nach Steiner (123, S. 39, gültig für die verwendeten K-24 Aufnahmen) für einen Maßstab von 1:11000 bei ca. 65 cm, für 1:19000 dagegen bei 112 cm. Ein Gegenstand, dessen Größe innerhalb dieses Schwankungsbereichs fällt, kann demnach je nach Umständen dreidimensional gesehen werden oder nicht. Im Gebiet der Baumgrenze finden sich aber gerade viele Objekte, die in diese Größenkategorie gehören, wie Baumkrüppel, Sträucher, Felsen etc. und die in erster Linie anhand ihrer Form im Stereomodell erkannt werden können. So hat man bei einer Untersuchung nie die Gewähr, alle diese Formen erfassen zu können. Natürlich ist die angegebene Stereoschwelle nur theoretischer Art und kann für ein bestimmtes Objekt in Abhängigkeit von seiner Umgebung unter- oder überschritten werden. Des weiteren gelten hier ebenfalls die Aussagen, die zur Objektgröße gemacht wurden.

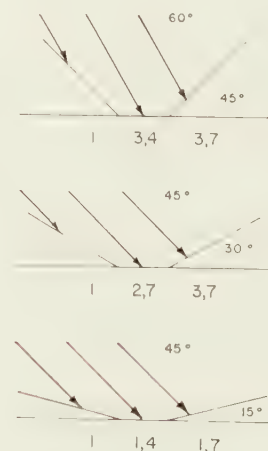


Abb. 2 Veränderung der Beleuchtungsintensität

⁶⁾ Die Größe des kleinsten, gerade noch aufgelösten Details beträgt theoretisch bei einem Auflösungsvermögen von 15 Linien/mm für einen Maßstab von 1:11000 nur 36 cm, für einen von 1:19000 aber 63 cm.

c) Relief

Die starke Gliederung des Geländes, die Steilheit der Gehänge und die abrupten Expositionswechsel schaffen sehr unterschiedliche Beleuchtungsverhältnisse. Diese sind abhängig vom Neigungswinkel der Berghänge in Beziehung zum Einfallswinkel der Sonne. Je flacher letzterer und je steiler die Hangneigung, desto extremer werden die Unterschiede. Abb. 2 veranschaulicht dies anhand von drei Idealbeispielen. Betroffen werden von dieser Tatsache:

Grauton: Die Auswirkungen der verschiedenen Beleuchtungsintensität werden in erster Linie im Grauton sichtbar. Der gleiche Gegenstand wird je nach Lage eine andere Tönung aufweisen. Natürlich treten solche Schwankungen in allen Luftbildern auf, sofern wir es nicht mit völlig ebenem Gelände zu tun haben. Im Gebirge aber wird dieser Effekt enorm verstärkt. Die Variationsbreite des Grautons eines Objekts wird daher sehr weit und somit auch dieses Kriterium zu einem reichlich unsicheren Erkennungsmerkmal, das nur mit erhöhter Vorsicht verwendet werden darf. Man hüte sich vor absoluten Grauton-Skalen, die höchstens noch in Abschnitten mit sozusagen gleicher Exposition und Neigung Berechtigung haben. Der Grauton hat also einzig noch relativen Aussagewert im Vergleich zum Ton seiner Nachbarobjekte. Bei genügend großem Kontrast bleiben diese Tonunterschiede erhalten, auch wenn sich die Helligkeitswerte gesamthaft verschieben. Bild 9 gibt einen besonders guten Eindruck über das Ausmaß der Variationsbreite des Grautones. Man beachte beispielsweise die Talfettwiesen auf beiden Talseiten von Chaiserren.

Wenn im Text des nachfolgenden Schlüssels gleichwohl auf den Grauton und die Textur eingegangen wird, so nur deshalb, weil gerade diese Elemente bei der Vegetationsinterpretation und bei der Abgrenzung der einzelnen Einheiten unentbehrlich sind. Es wird jedoch nie eine absolute Skala verwendet, die angegebenen Werte sollen lediglich als Anhaltspunkte dienen und sind stets einem zentralen Bildteil entnommen, der normal beleuchtet ist und dessen Lage dem Hauptstandort der betreffenden Einheit entspricht. Bei einer Interpretation muß man sich dieser Unsicherheitsfaktoren immer bewußt sein und die Gesamtsituation berücksichtigen. Wichtig sind allein die relativen Tondifferenzen. Treten Schwierigkeiten in der Beurteilung auf, so verfolge man die Veränderungen des Grautons systematisch von einem Bildteil

mit vertrauten Verhältnissen aus bis ins Gebiet mit dem unsicheren Aussehen.

Schlagschatten: Entsprechend der Lage eines Objektes und dem Einfallswinkel des Sonnenlichtes können die Schlagschatten erheblich verlängert oder verkürzt werden, je nachdem, ob sie hangabwärts oder hangaufwärts fallen. Siehe Abb. 3.

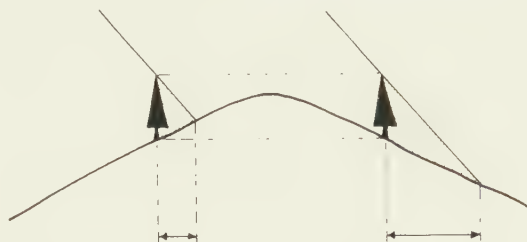


Abb. 3 Standort eines Objekts und Schattenlänge

Die Schatten werden dadurch in ihren Proportionen verändert, die Breite bleibt konstant, die Länge variiert. Daran muß bei einer Interpretation von Baumarten mit Hilfe des Schlagschattens gedacht werden. Vor allem zwischen Arve und Fichte kann dieser Umstand eine Rolle spielen, was jedoch nicht so schwerwiegend ist, da ja meistens nur Formen, die nahe beisammen liegen, miteinander verglichen werden.

Umgekehrt kann durch die Vergrößerung der hangabwärts fallenden Schatten die Form noch deutlicher zum Ausdruck kommen und so ein günstiges Erkennungsmerkmal abgeben. Vorsicht ist beim Schlagschatten dagegen noch aus einem anderen Grund geboten. Freistehende Bäume sind im Gebirge häufig zwei- oder mehrstämmig, was man ihnen auf gewisse Distanz und ebenso im Luftbild nicht ansieht, aber meist eine Verbreiterung der Kronenform und so auch des Schattens zufolge hat. Dies kann nun ebenfalls zu Fehlinterpretationen führen.

Höhenmessungen von Bäumen mit Hilfe des Schlagschattens dürfen im Gebirge nicht durchgeführt werden, es sei denn, der Schatten falle auf einen ebenen Geländeabschnitt. Auch vor Höhenmessungen mit dem Parallaxmikrometer sei an dieser Stelle noch gewarnt. In Hanglage ist es oft besonders schwierig, den Fußpunkt des Baumes eindeutig zu bestimmen, da das ausladende Astwerk häufig bis zum Boden reicht, was wiederum Anlaß zu gewissen Fehlerquellen sein kann.

Bergschatten: Infolge der Steilheit des Geländes und der großen Höhererstreckung werden leicht

umfangreiche Partien vom Schatten eines Berges (Eigen- und Schlagschatten) bedeckt, wodurch diese Stellen im Luftbild für eine zuverlässige Interpretation ausfallen. Dieser Umstand muß bei der Planung eines Bildfluges unbedingt berücksichtigt werden. Der Einfallswinkel der Sonne zur Zeit der Aufnahme sollte keinesfalls flacher sein als die steilsten Abschnitte des Gebietes und möglichst weit über der durchschnittlichen Steilheit des Geländes liegen. Sonnenhöhe und Hangneigung sind leicht zu berechnen.

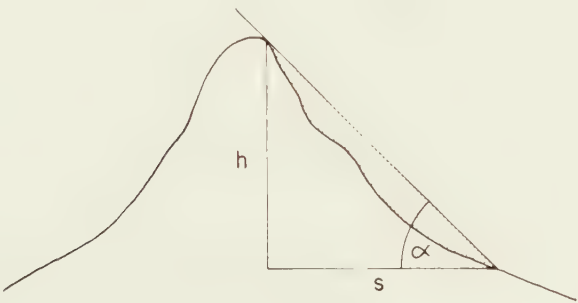


Abb. 4 Hangneigung und Sonnenhöhe

Hangneigung:

$$\text{Hangwinkel } \alpha = \frac{h}{s} = \text{tg } \alpha$$

Für das Arbeitsgebiet beträgt der durchschnittliche Hangwinkel 30°, doch sind viele Hänge, speziell im Anstehenden, beträchtlich steiler.

Die zur Berechnung der Sonnenhöhe verwendete Formel ist allgemein bekannt (z.B. in Spurr, 119, S. 103). Einige Daten sind für Davos in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tab. 4 Sonnenhöhen für Davos:

9° 50' östliche Länge
45° 48' nördliche Breite

	Längster Tag	Tag- und Nachtgleiche	Kürzester Tag
9 h	43° 48	–	
10 h	53° 26	34° 16	
Zenit	67° 16	43° 29	20° 00
14 h	58° 57	38° 44	
15 h	51° 14	–	

Je weiter entfernt vom höchsten Sonnenstand, desto mehr wird die günstigste Flugzeit auf die Mittagsstunde eingeeengt. Bild 9 zeigt, daß Auf-

nahmen, die im September nach zwei Uhr nachmittags geflogen wurden, schon nicht mehr brauchbar sind, d. h. die linke Talseite befindet sich bereits völlig im Schatten.

Wichtig in diesem Zusammenhang ist auch noch die Hauptstreichrichtung der Gebirgsketten. Für das Dischma, mit SSE-NNW streichender Talachse und Bergflanken ist eine Aufnahmezeit kurz vor Mittag am geeignetsten. Siehe Abb. 5.

d) Folgerungen

Wie in den vorhergehenden Abschnitten dargelegt, unterliegen die meisten Bildelemente in Gebieten mit ausgeprägtem Relief und großen vertikalen Distanzen zusätzlichen Veränderungen. Die gebräuchlichsten Indikatoren wie Grauton und Textur werden davon besonders betroffen und behalten nur noch eine untergeordnete Funktion. Als wichtigstes Erkennungsmerkmal zur Beurteilung der Vegetation bleibt das *Stereoskopische Aussehen*.

Zwar ist auch dieses Bildelement nicht unbeeinflusst, die Abbildungsgrößen schwanken, was sich vornehmlich bei den minimalen Größen im Bereich der Stereoschwelle auswirkt, aber die Proportionen

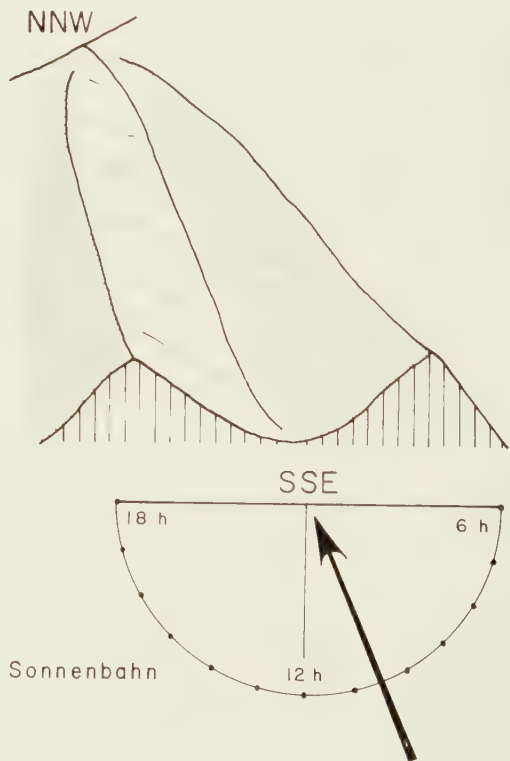


Abb. 5 Hauptstreichrichtung der Gebirgsketten und Aufnahmezeit

bleiben stets erhalten. Im Stereomodell kann dazu eine Form immer gleichzeitig mit ihrem Standort, der Umgebung und den topographischen Verhältnissen studiert werden. Die eher offene Vegetation des Gebirges, insbesondere der lichte Wald an seiner Obergrenze, erleichtert das Bestimmen einzelner Arten, da praktisch jede Form für sich allein betrachtet werden kann und nicht nur ein geschlossenes Kronendach. Neben dem Stereoskopischen Aussehen werden die anderen Merkmale, speziell der Grauton, gleichwohl noch, wenn auch vorwiegend unbewußt, miteinbezogen. Der Schlagschatten kann unter Umständen ein wertvolles Indiz abgeben. Wo kein Stereoeffekt mehr auftritt, müssen trotz aller Mängel Grauton und Textur verwendet werden. Als Ergänzung müssen aber unbedingt die indirekten Kriterien herangezogen werden. Die Erkennbarkeit von Arten ist häufig ein ökologisches Problem. Gute Kenntnis der Gruppierung der Vegetation und ihre Beziehungen zu den anderen Landschaftselementen im Untersuchungsgebiet helfen bei der Interpretation entscheidend mit. Die Korrelationen zwischen den einzelnen Landschaftselementen sind im Gebirge besser erhalten als im intensiv bewirtschafteten Flachland. Die indirekten Methoden treten also bei der Vegetationsinterpretation im Gebirge stärker in den Vordergrund und können sozusagen als Kompensation für die Unzuverlässigkeit der direkten Indikatoren dienen.

Die günstigsten Flugzeiten werden in Gebirgsregionen beträchtlich eingeschränkt, wenn man nicht zuviel störende Bergschatten in Kauf nehmen will. Darauf muß bei der Planung von Bildflügen besonders geachtet werden.

5. Der Vegetationsschlüssel der Landschaft Davos

Bemerkungen zum Aufbau

Entsprechend den bisherigen theoretischen Ausführungen wurde für das Dischmatal und die weitere Landschaft Davos ein Vegetations-Schlüssel aufgestellt. Er gliedert sich vorerst in sieben Haupteinheiten, die Formationen, welche anhand ihrer auffälligsten Merkmale textlich gegeneinander abgegrenzt werden. Dies sind: Wald – Gebüsch – Zwergsträucher – Natürliche Wiesen (alpine Rasengesellschaften) – Vegetationsfreie Flächen –

Wirtschafts-Wiesen – Gärten und Äcker. Jede Formation wird weiter unterteilt nach dominierenden Arten oder charakteristischen Mischbeständen, sofern es im Luftbild überhaupt möglich ist. Dies kann nicht für jede Formation gleich gut und nach einem einheitlichen Schema vorgenommen werden. Die Gliederung hat sich vielmehr den natürlichen Verhältnissen anzupassen und die Eigenarten der betreffenden Formation hervorzuheben. So kann z. B. der Wald noch sehr weitgehend unterteilt werden, die Gärten jedoch kaum mehr. Diese Subeinheiten bilden die Grundlage für den Schlüssel. Sie werden durch ein Stereogramm, einen Text über die einzelnen Erkennungsmerkmale und ein Bodenphoto charakterisiert. Bestehen bereits Probleme bei der Abgrenzung der einzelnen Formationen, so werden sie nochmals in ausführlicher Weise dargestellt. Äcker und Gärten wurden zusammengefasst, da sie einander sehr ähnlich sind. Beide besitzen gleiche Standortseigenschaften, die Äcker sind ebenfalls sehr klein und werden fast gartenbauähnlich genutzt. Da Äcker im Dischma sowieso nicht mehr vorkommen, wird nur kurz darauf hingewiesen und keine weitere Unterteilung angestrebt. (Vgl. dazu insbesondere die Arbeiten von Steiner 121, 122). Der Schlüssel ist streng einheitlich aufgebaut, wobei besonders auf das Stereoskopische Aussehen (einer Einzelform wie des geschlosseneren Kronendaches eines Bestandes) Gewicht gelegt wird. In der Regel hat eine Einheit nie ein einziges, charakteristisches Aussehen.

Die extreme Lage an der Waldgrenze, die häufigen Wechsel von Relief und Exposition mit den sehr unterschiedlichen Wuchsbedingungen schaffen die verschiedensten Formen in bezug auf Größe, Aufbau, Dichte etc. Man vergleiche nur beispielsweise einen hochstämmigen subalpinen Fichtenwald mit den Baumkrüppeln der Kampfzone. Der gleiche Vegetationstyp tritt also in mannigfacher Gestalt auf. Dementsprechend verschieden sind auch die Abbildungsarten im Luftbild. Die Schlüsseldiagramme wurden nun so gewählt, daß sie möglichst die ganze Variationsbreite einer Einheit umfassen. Darum wird es aber umgekehrt nicht möglich sein, eindeutig definierte Erkennungsmerkmale zu nennen; die Beschreibung wird vielmehr alle wichtigen Varianten miteinbeziehen müssen. Die genaue Lage der Stereogramme im Gelände ist in Karte 2 eingetragen, die dort angeführten Nummern (röm. Ziffern) stimmen mit der Numerierung im Text überein.

In Rechnung gestellt werden müssen auch noch die

Veränderungen, die in der Geometrie des Luftbildes begründet liegen und durch die Radialdeformation verursacht werden. Ein Baum wird seine Gestalt im Stereomodell, noch augenfälliger aber in der Einzelaufnahme, vom Bildzentrum aus gegen den Rand hin kontinuierlich verändern. Als Beispiel sei hier nur die Lärche angeführt (Bild II). Ihr Aussehen wandelt sich (Grauton und Form) mit Änderung der Lage im Bild deutlich.

Sämtliche Stereogramme sind dem September-Flug von 1956 entnommen. Sie sind also einheitlich in bezug auf Maßstab und Jahreszeit. Eine Ausnahme bildet Stereogramm Nr. IV, welches dem September-Flug 1960 entstammt, da das Gebiet vom Wolfgangpaß im anderen Flug nicht mehr enthalten ist, ebenso Stereogramm XVII, Äcker. Die Abbildungen wurden aber auf einen entsprechenden Maßstab vergrößert, und auch die Jahreszeit stimmt praktisch überein. Der Schlüssel hat also Gültigkeit für einen mittleren Maßstab von 1:15 000.

Die im Schlüssel gebrauchten Ausdrücke für die Abstufung von Grauton und Stereoeffekt werden in der nachstehenden Reihenfolge verwendet:

Grauton:

	(von weiß bis schwarz)
weiß	(1)
sehr hell	(2)
hell	(3)
hellgrau	(4)
mittelgrau	(5)
grau	(6)
angedunkelt grau	(7)
dunkelgrau	(8)
dunkel	(9)
schwarz	(10)

Stereoeffekt:

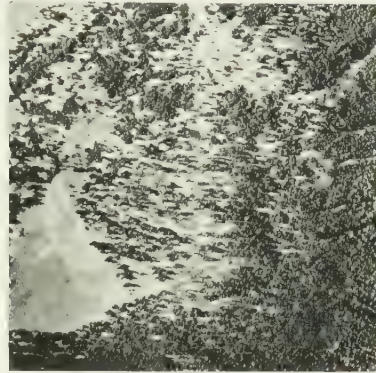
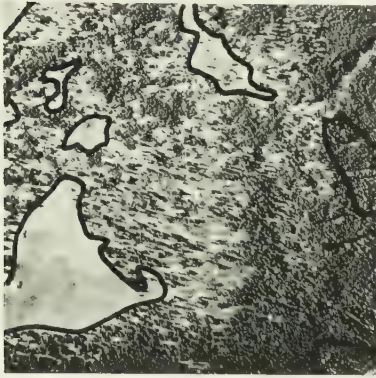
ausgeprägt
deutlich
vage
nicht erkennbar

Der Schlüssel

Aussehen im Luftbild	Formation	Schlüssel-Nummern
A Ausgeprägter Stereoeffekt; ganze Bäume oder Baumkronen sichtbar; große Schlagschatten.	Wald	I–IV
B Deutlicher Stereoeffekt; kleine Schlagschatten; relativ gleichmäßige, oft zusammenhängende Oberfläche.	Gebüsch	V–VIII
C Vager Stereoeffekt; dunkler Grauton; körniges, unregelmäßiges Aussehen.	Zwergsträucher	IX–XI
D Kein Stereoeffekt; heller Ton; unregelmäßiges Aussehen; diffuse Begrenzung.	Natürliche Wiesen	XII
E Kein Stereoeffekt; gradlinig, scharf begrenzte Formen; glatte, einheitliche Oberfläche.	Wirtschafts-Wiesen	XIII–XIV
F Scharfkantig hervortretende Felsformen (mit Stereoeffekt); oder Flächen mit sehr hellem Ton; körniges bis blockiges Aussehen.	Vegetationsfreie Flächen	XV
G Kleine, rechteckige Formen; scharf begrenzt; Stereoeffekt deutlich: Nur Rand (= Zaun) Ganzes Feld	Gärten Äcker	XVI XVII

Die einzelnen Formationen sind zur Illustration in Bild 1–4 mit den hier benutzten Bezeichnungen (A–G) eingezeichnet.

I. Vegetationstyp: Fichte *Picea abies*



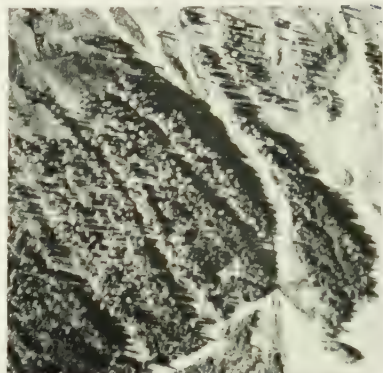
Nach SW ausgerichtet

1. *Grauton*: dunkelgrau
2. *Textur*: Geschlossener Bestand: Dunkler Grund mit regelmäßigen ovalen bis dreieckigen hellen Flecken (belichtete Baumseite).
Lockerer Bestand: Grobfleckig, großer Kontrast (Baum-Untergrund).
3. *Stereoskopisches Aussehen*: Stereoeffekt: ausgeprägt
Einzelbaum: Schmal kegelförmig, sehr spitz ausgezogene, dichte Krone mit fast glattem Rand; scharfe Grenze zwischen Licht- und Schattenseite.
Junger Baum: Gedrungene, kürzere Form, breiterer Kegel.
Bestand: Sehr spitzkuppelig, aus dunklem Grund (Schatten) einzelne Kronenoberteile spitz aufragend, scharf herausstehend, in der Größe sehr variabel.
4. *Form des Bestandes*: Sehr unregelmäßig, wechselnd vom engen Kronenschluß bis zu freistehenden Bäumen, ebenso im vertikalen und altersmäßigen Aufbau.
5. *Verteilung und ökologische Verhältnisse*: Schattholzart, häufig in Reinbeständen auftretend; Hauptbestandteil des Waldes, namentlich an Steilhängen bis zur Waldgrenze; in den unteren Lagen allein dominierend.
6. *Miteingeschlossene Pflanzenarten*: Lärche (besonders entlang der Ränder), Arve (gegen die Waldgrenze hin).
7. *Baumform*: Kegel- bis Flammenform, dichte Struktur; vorwiegend subalpine Variante der Fichte mit sehr schmalen, schlanken Kronen.
8. *Schattenform*: Schlagschatten: Langgezogenes spitzes Dreieck, kompakt, kein Stamm sichtbar, Rand ganz leicht gezähnt.
Eigenschatten: Gut sichtbar mit scharfer Grenze gegen beleuchtete Seite.
9. *Anmerkungen*: Dunkler Ton, spitze Kegelform, scharfe Grenze zwischen Licht- und Schattenseite, dichte Struktur sind die Hauptkennungsmerkmale. Dunkelste aller Baumarten. Das Bild gibt die Dichte- und Altersunterschiede gut wieder.



10. 8. 61
Am Weg ins Ruedistäli, 1880 müM.

II. Vegetationstyp: Lärche *Larix decidua*



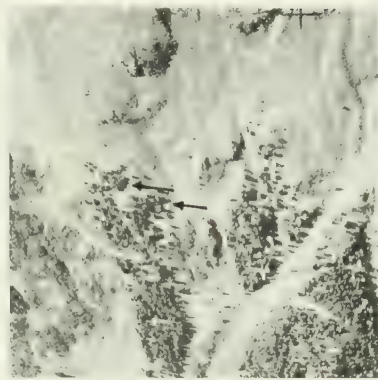
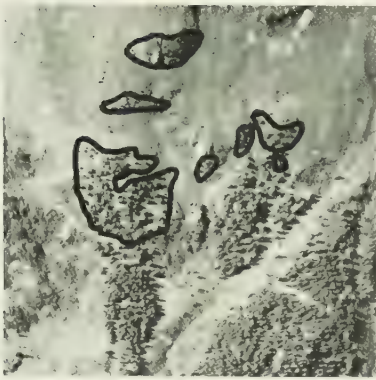
Nach SW ausgerichtet

1. *Grauton*: hellgrau
2. *Textur*: Geschlossener Bestand: Dunkler Grund mit hellen, sternförmigen bis tupfigen Elementen von diffusem Rand; geringer Kontrast.
Lockerer Bestand: Unregelmäßig tupfig bis flockig mit größerem Kontrast.
3. *Stereoskopisches Aussehen*: Stereoeffekt: ausgeprägt
Einzelbaum: Schlanke Kegelform, von unscharf begrenzter Form; fransiger Rand, lichte Struktur; Übergang von Licht- zu Schattseite sehr undeutlich.
Bestand: Spitzkuppelig, die einzelnen Kronenteile weniger deutlich hervortretend; wenig Helligkeitsunterschiede, nur vereinzelte dunkle Schatten.
4. *Form des Bestandes*: Unregelmäßig, meist gruppenweise oder gestreut (entlang Rändern) auftretend.
5. *Verteilung und ökologische Verhältnisse*: Lichtholzart; dominierend im Lärven-Arven-Gürtel an der oberen Waldgrenze, speziell linke Talseite, aber auch tief ins Tal herabsteigend entlang der Waldränder, Lawinbahnen etc.; an lichten Stellen im Fichtenwald; Pionierholzart; häufiger Lärchen-Jungwuchs, in Schneisen, im Legföhrengebüsch etc.
6. *Miteingeschlossene Pflanzenarten*: Fichte, Arve (im Lärchen-Arven-Gürtel).
7. *Baumform*: Kegelform, etwas breiter und weniger spitz, häufig mehrstämmige Exemplare, lichte Struktur, oft durchscheinend.
8. *Schattenform*: Schlagschatten: Langes, gleichschenkliges Dreieck, wenig kompakt, oft durchscheinend, fransiger Rand; kein Stamm sichtbar oder nur sehr kurz.
Eigenschatten: Praktisch kein Baumschatten sichtbar.
9. *Anmerkungen*: Das Gegenteil der Fichte; hellste aller vorkommenden Baumarten, lichte Struktur, durchscheinend, undeutliche Begrenzung, fransiger Rand.
Man beachte im Bild die Unterschiede zwischen Hang- und Tallage, speziell in bezug auf den Ton.



21. 7. 61
Unterhalb Stillbergalp, 1950 müM.

III. Vegetationstyp: Arve *Pinus cembra*



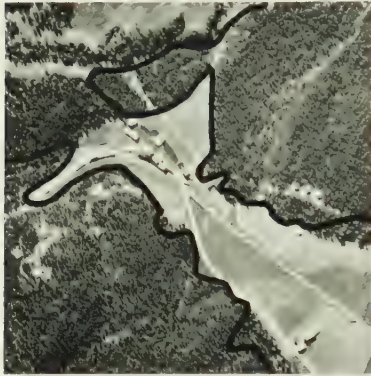
Nach SW ausgerichtet

1. *Granton*: grau
2. *Textur*: Geschlossener Bestand: nicht vorkommend
Lockerer Bestand: unregelmäßig fleckig
3. *Stereoskopisches Aussehen*: Stereoeffekt: ausgeprägt
Einzelbaum: Breit zylinder- bis kegelförmig, oben abgerundet, eher kleiner; Oberfläche unruhig, Struktur kompakt; Rand fast glatt; Grenze zwischen Licht- und Schattenseite mehr oder weniger scharf.
Bestand: Nirgends so geschlossen auftretend, daß nicht mindestens der größte Teil der Krone gut gesehen werden könnte.
4. *Form des Bestandes*: Nur noch in kleinen Gruppen auftretend, sehr unregelmäßig, locker gestreut.
5. *Verteilung und ökologische Verhältnisse*: Restbestände des Lärchen-Arven-Gürtels, entlang der oberen Waldgrenze, auf der linken Talseite noch in Gruppen, auf der rechten nur noch gestreut. Sonst nur ganz vereinzelt auftretend (letzte Bäume im Talhintergrund). Auf Felsköpfen, an Felswänden und auf Gräten weit über die Waldgrenze emporsteigend (nie in Rinnen- oder Muldenlage).
6. *Miteingeschlossene Pflanzenarten*: Lärche (im Lärchen-Arven-Gürtel), Fichte (an der unteren Verbreitungsgrenze).
7. *Baumform*: Sehr unterschiedlich, eher kleiner und gedrungener, von der breiten Kegelform mit stumpfer Spitze (Jungbaum) bis zur Walzenform. Ältere Bäume haben häufig Krüppelform, sehr variabel, aber meistens stark in die Breite tendierend.
8. *Schattenform*: Schlagschatten: Spitzbogen- bis halbbogenförmig, oben abgestumpft bis flach, Stamm nicht sichtbar oder nur sehr kurz (siehe Pfeil in Abb.); kompakt. Eigenschatten: Deutlich sichtbar, ziemlich scharf begrenzt.
9. *Anmerkungen*: Mittelstellung zwischen Fichte und Lärche bezüglich Ton, Randschärfe und Ausbildung der Grenze zwischen Licht und Schatten. Charakteristisch ist die breite, gedrungene Form, die sich mit zunehmendem Alter verstärkt und in ausgesprochene Krüppelformen mit ausladender Krone übergehen kann.



10. 8. 61
Am Weg ins Rüedistäli, 1970 müM.

IV. Vegetationstyp: Berg-Föhre *Pinus Mugo* (*Pin. montana* ssp. *uncinata*)⁷⁾



Nach SW ausgerichtet

1. *Grauton*: angedunkelt grau
2. *Textur*: Geschlossener Bestand: Relativ regelmäßig tupfig, unscharfe Konturen.
Lockerer Bestand: unregelmäßig tupfig
3. *Stereoskopisches Aussehen*: Stereoeffekt: ausgeprägt
Einzelbaum und Bestand: Relativ kleine Krone, ziemlich gedrängt stehend, aber kein geschlossenes Dach bildend (Untergrund stets sichtbar); Kronen scheinen wie kleine Kugeln oder Ellipsoide über dem Grund zu schweben; unscharfer, verschwommener Eindruck; allmählicher Übergang von Licht- zu Schattenseite, beleuchteter Teil recht hell; wenig kompakte Form, unscharfer Rand.
4. *Form des Bestandes*: Ziemlich regelmäßiger, fast reiner Bestand, Bäume sehr zahlreich, aber locker stehend.
5. *Verteilung und ökologische Verhältnisse*: Zeiger für extreme Standortverhältnisse, in unserem Arbeitsgebiet nur auf den nährstoffarmen Böden (Serpentin-Gestein) am Wolfgangpaß.
6. *Miteingeschlossene Pflanzenarten*: Lärche, Fichte (selten)
7. *Baumform*: Schmale, kleine, unregelmäßige Kegelform, Äste meist bis gegen Grund reichend (obwohl Krone im Luftbild zu schweben scheint), unzusammenhängende Struktur.
8. *Schattenform*: Schlagschatten: Schlanke Kegelform oder längliches, vorn zugespitztes Rechteck, gelegentlich durch kurzen Stamm von Baum getrennt, diffuser Rand, durchscheinende Struktur.
Eigenschatten: Wenig sichtbar, kontinuierlicher Übergang von Licht zu Schatten.
9. *Anmerkungen*: Baum ist aufgrund der ökologischen Standortverhältnisse leicht auszuscheiden. Die »schwebende« Krone ergibt ein gutes Indiz. In Ton und z. T. auch Form nahe der Arve stehend, aber kleiner, zierlicher.



9. 8. 61

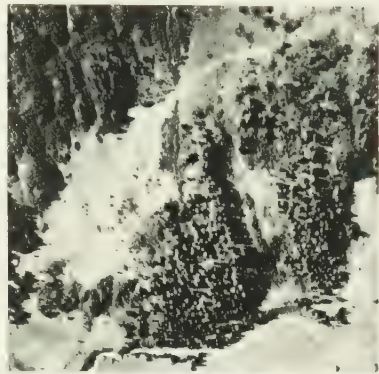
In den Arelen, Wolfgang, 1640 müM.

⁷⁾ Nach Favarger (34)

V. Vegetationstyp: Laubholz-Gebüsch, Mischform



M = Mischbestand
B = Birke
G = Grünerle



Nach SW ausgerichtet

1. *Grauton*: variabel, zwischen mittelgrau bis grau
2. *Textur*: Geschlossener Bestand: Variabel, je nach Artenzusammensetzung; Punktmuster hell-dunkel, tupfig, gelegentlich wabenförmig.
Lockerer Bestand: Dunkle Tupfen (Einzelbusch) auf hellerem Grund.
3. *Stereoskopisches Aussehen*: Stereoeffekt: deutlich Einzelbusch: Kugelige Form, klein (selten gut sichtbar). Bestand: Oberfläche mit unruhigem Kronendach, kupplig, gelegentlich einzelne Büsche türmchenartig herausragend; deutliche Kontrast-Unterschiede.
4. *Form des Bestandes*: Sehr unregelmäßig, vorwiegend geschlossene Bestände von sehr verschiedener Größe und Form; seltener locker gestreute Einzelbüsche.
5. *Verteilung und ökologische Verhältnisse*: In Waldschneisen, Lichtungen, Runsen, entlang von Mähwiesen, Alp-wiesen etc.; mehrheitlich auf der linken Talseite (Schatt-seite).
6. *Miteingeschlossene Pflanzenarten*: Grünerle, Weiden (*Salix spec.*), Birke, Geißblatt (*Lonicera spec.*) (seltener), Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*).
7. *Strauchform*: variabel, Höhe zwischen 2–6 m.
8. *Schattenform*: Schlagschatten: Gelegentlich sehr schmaler Schlagschatten vorhanden, ohne charakteristische Form.
Eigenschatten: Nur vereinzelt sichtbar, mit unscharfer Grenze zwischen Licht- und Schattenseite.
9. *Anmerkungen*: Die Laubholzgebüsch unterscheiden sich durch ihr stereoskopisches Aussehen leicht vom Wald und ebenso an ihrem helleren Ton und der unregelmäßigen Oberflächenausbildung von den Nadelholz-Gebüsch. Die ungleichförmige Gestaltung der Oberfläche und der variable Grauton weisen immer auf den Misch-typ hin.



26. 9. 62
Teufi, linker Hang, 1750 müM.

VI. Vegetationstyp: Grünerle *Alnus viridis*

Bild: Siehe Stereogramm V Laubholz-Gebüsch

1. *Granton:* angedunkelt grau
2. *Textur:* Geschlossener Bestand: gleichmäßig körnig
3. *Stereoskopisches Aussehen:* Stereoeffekt: deutlich
Einzelbusch: Halbkugelförmig, balliges Aussehen (selten).
Bestand: Sehr einheitlich ausgebildetes, geschlossenes, fast glattes, flaches Kronendach; Oberfläche leicht gewellt mit kleinen, hellen Tupfen.
4. *Form des Bestandes:* Variabel, vom Einzelbusch bis zum geschlossenen Bestand; häufig langgestreckte, schmale Komplexe (entlang Bach).
5. *Verteilung und ökologische Verhältnisse:* Ausgesprochene Schattform, bestockt feuchte, nordexponierte Lagen, vorwiegend auf der linken Talseite, auf der rechten Seite nur in Bacheinschnitten, meistens auf den nordexponierten Abhang beschränkt. In Mischbeständen mit anderen Laubböhlzern, sobald in feuchte Nordexposition übergehend allein dominierend.
6. *Miteingeschlossene Pflanzenarten:* Birke, Vogelbeere
7. *Strauchform:* Einzelbusch: Asymmetrische Halbkugel, Zweige immer hangabwärts gebogen.
Bestand: Gleichmäßig hoch, 2–4 m, geschlossene, fast ebene, einheitliche Oberfläche.
8. *Schattenform:* Schlagschatten: Schmal sichelförmig an Busch angeschlossen (selten).
Eigenschatten: Im Bestand nicht auftretend.
9. *Anmerkungen:* Dunkelste aller Laubholzarten. Die Reinbestände sind anhand des uniformen Aussehens und der ökologischen Verhältnisse leicht erkennbar. Am meisten Anklänge zu den Legföhren-Gebüsch; Ton ist jedoch heller, mehr Kontrastunterschiede, gelegentlich Schatten sichtbar, Oberfläche etwas akzentuierter.



21. 7. 61
Oberhalb Jatzmäder, 1900 müM.

VII. Vegetationstyp: Birke *Betula spec.*⁸⁾

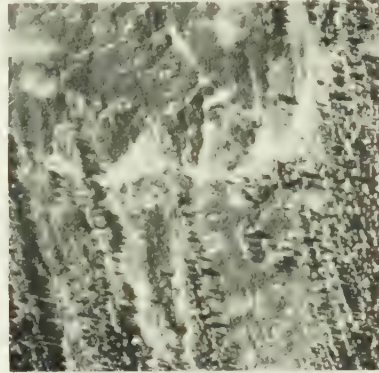
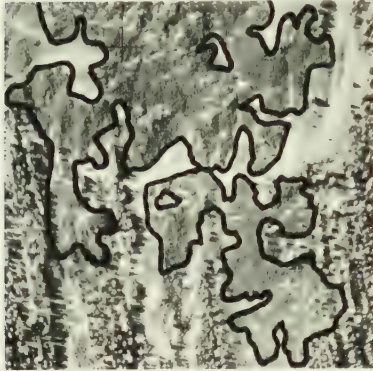
Bild: Siehe Stereogramm V Laubholz-Gebüsch

1. *Granton:* mittelgrau
 2. *Textur:* Geschlossener Bestand: Unregelmäßig heller Grund mit dunklen Tupfen.
 3. *Stereoskopisches Aussehen:* Stereoeffekt: deutlich
Einzelbusch: Halbkugel- bis kegelförmig, mit abgestumpfter Spitze, relativ groß; Licht- und Schattenseite deutlich.
Bestand: Geschlossenes Kronendach mit bewegter Oberfläche; einzelne Kronen daraus kuppel- bis türmchenförmig aufragend, oben gerundet, sehr unregelmäßig in der Größe; deutliche Trennlinie zwischen Licht- und Schattenseite, Lichtseite sehr hell.
 4. *Form des Bestandes:* Nur kleine Gruppen von Reinbeständen, unregelmäßiges Aussehen, lockere bis geschlossene Bestände.
 5. *Verteilung und ökologische Verhältnisse:* Lichtholzart, auf konkurrenzarmen Standorten, vorwiegend im Talhintergrund ab Waldgränze, auf der rechten Seite.
 6. *Miteingeschlossene Pflanzenarten:* Grünerle, Vogelbeere.
 7. *Strauchform:* Variabel, vom Strauch, kugelig, 1–5 m bis zur eigentlichen Baumform von 8–10 m, mit Stamm und eiförmiger Krone.
 8. *Schattenformen:* Schlagschatten: Halbkreisförmig bis oval (selten sichtbar).
Eigenschatten: Gut sichtbar, ziemlich scharfe Grenzlinie zwischen Licht- und Schattenseite.
 9. *Anmerkungen:* Hellste aller Laubholzarten; an ihrer relativ großen, balligen Kronenform mit sehr heller Lichtseite gut erkennbar, gelegentlich sogar innerhalb des Mischtyps, als Einzelbusch herausragend. Die weiteren Laubhölzer kommen nicht in Reinbeständen vor.
- ⁸⁾ Nach Schibler (100) vorwiegend *Betula hybrida* (= *Betula pendula* x *pubescens*).



31. 8. 61
Gadmen, rechter Hang, 1860 müM.

VIII. Vegetationstyp: Legföhre *Pinus Mugo* (*Pinus montana*, ssp. *Mugo*)⁹⁾



1. *Grauton*: dunkelgrau
2. *Textur*: Geschlossener Bestand: feinkörnig
Lockerer Bestand: Einzelne dunkle Tupfen (Einzelbusch) auf hellerem Grund.
3. *Stereoskopisches Aussehen*: Stereoeffekt: deutlich
Einzelstrauch: Häufchenförmig, mit relativ ebener Oberfläche.
Bestand: Ausgeglichen, einheitliche Oberfläche, fast samtartig, mit regelmäßigen, flachen Kuppen, etwas heller getönt.
4. *Form des Bestandes*: Unregelmäßig in Form und Wachstumsdichte, aber einheitlich in der Ausbildung, da praktisch nur in Reinbeständen auftretend.
5. *Verteilung und ökologische Verhältnisse*: Auf extrem ungünstigen Standorten, wie Lawinenbahnen, Rutschhängen etc. Dauergesellschaft (Lawinenbahn) oder Waldpionierpflanze, in deren Schutz sich wieder Bäume ansiedeln können; auf die linke Talseite beschränkt
6. *Miteingeschlossene Pflanzenarten*: (gelegentlich junge Lärchen)
7. *Strauchform*: Einzelstrauch: Halbkugelform, oben abgeflacht, klein; Krummholz, Äste hangabwärts gebogen. Bestand: Gleichförmig hoch, 1–3 m, mehr oder weniger ebene Oberfläche, gegen den Rand hin abklingend.
8. *Schattenform*: Schlagschatten: sehr schmal (äußerst selten).
Eigenschatten: –
9. *Anmerkungen*: Dunkelste und regelmäßigeste aller Gebüscharten. Erkennbar an der feinen, samtartigen Oberfläche; kein Schlagschatten; Ähnlichkeit zu den Grün-erlen-Reinbeständen.

⁹⁾ Nach Favarger (34)

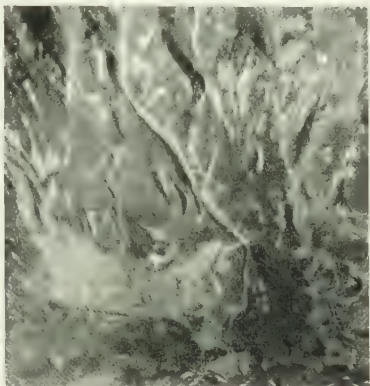


23. 8. 61
Arelenwald, Gadmen, 1820 müM.

IX. Vegetationstyp: Zwergsträucher allgemein – Natürliche Wiesen



N = Natürliche Wiese
Z = Zwergsträucher



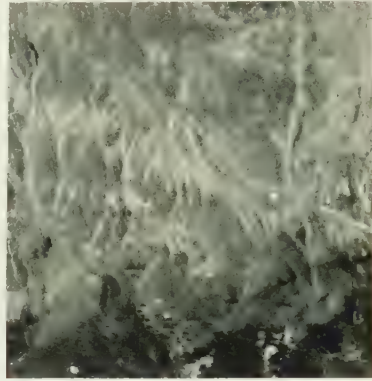
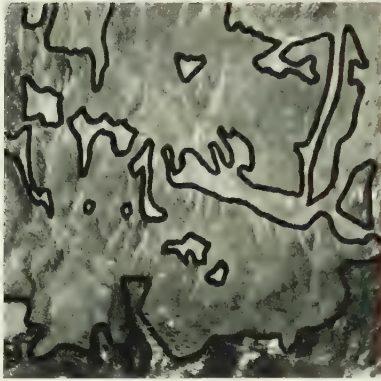
Nach SW ausgerichtet

1. *Grauton*: Zwergsträucher: grau Natürliche Wiesen: hellgrau. Relative Differenz in Zehner-Skala: 2 Grautonstufen
2. *Textur*: Mischbestand: Dunkle Punkte (Zwergsträucher) auf hellerem Grund (Natürl. Wiesen), die zusammenfließen können; sonst kein einheitliches Aussehen, unruhig wechselnde Formen, keine scharfen Übergänge. Kuhlreien vorwiegend an Steilhängen.
3. *Stereoskopisches Aussehen*: Stereoeffekt: Zwergsträucher: vage, Natürliche Wiesen: nicht erkennbar. Zwergstrauch-Bestand: Unregelmäßige, fein gewellte Oberfläche, mit Kontrast-Unterschieden (wenn auch gering).
4. *Form des Bestandes*: Zwergsträucher: Völlig unregelmäßig, besonders in der Bestockungsdichte, dazwischen Rasen wachsend, ebenso variabel in der Fläche.
5. *Verteilung und ökologische Verhältnisse*: Zwergsträucher stehen besonders dicht direkt über der Waldgrenze, in Waldschneisen und Lichtungen, sowie im Talhintergrund in den unteren Lagen. Vorwiegend an den steileren Hängen. Zonale Anordnung: Untere Stufe: Alpenrosen, Zwergwacholder dominierend; darüber *Vaccinium* und *Calluna* überwiegend. Weitere Gliederung nach Exposition (siehe nachfolgende Seiten). Natürliche Wiesen: In den höheren Lagen (alpine Stufe) verbreitet. Innerhalb Zwergstrauch-Gürtel vorwiegend auf Verflachungen oder in Rensen (Schneetälchen).
6. *Miteingeschlossene Pflanzenarten*: Zwergsträucher: *Rhododendron*, *Vaccinium*, *Calluna*, *Loiseleuria*, *Arctostaphylos*, *Juniperus*, *Empetrum* etc.
7. *Strauchform*: variabel
8. *Schattenform*: —
9. *Anmerkungen*: Die dunkle Tönung der Zwergsträucher stammt vor allem von den Alpenrosen und dem Zwergwacholder, die auch einen vagen Stereoeffekt zeigen (nur diese beiden Arten lassen sich auch einigermaßen zuverlässig separieren). Heller sind die restlichen Zwergsträucher, aber immer noch dunkler als die Natürlichen Wiesen.



26. 9. 62
Großalp, linker Hang, 1960 müM.

X. Vegetationstyp: Alpenrose *Rhododendron ferrugineum*



Nach SW ausgerichtet

1. *Grauton*: Dichte Bestockung: dunkelgrau
Lockere Bestockung: angedunkelt grau
2. *Textur*: Geschlossener Bestand: gleichmäßig feinkörnig
Lockerer Bestand: Punktförmiges Muster, variabel in der Dichte, d. h. einzelne Punkte (Sträucher) auf hellerem Grund.
3. *Stereoskopisches Aussehen*: Stereoeffekt: vage (besonders bei Einzelbüschen noch sichtbar)
Einzelbüsche: Flache, niedere, kleine Häufchen.
Bestand: Glatte, uniforme, sehr feine Oberfläche, höchstens vom Relief her akzentuiert; Rand sich klar gegen Rasen oder andere Zwergsträucher absetzend.
4. *Form des Bestandes*: Sehr unterschiedlich, von dicht geschlossenem Bestockungsgrad bis zu gestreuten Einzelbüschen.
5. *Verteilung und ökologische Verhältnisse*: Auf Silikatgesteinen, an Nordexpositionen gebunden, also vorwiegend auf der linken Talseite; hier direkt über der Waldgrenze

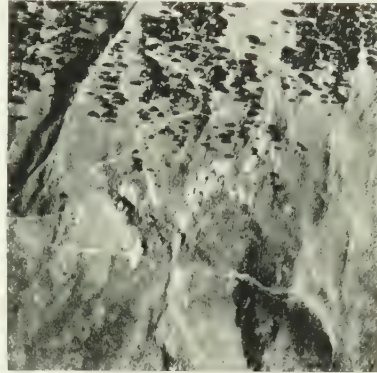
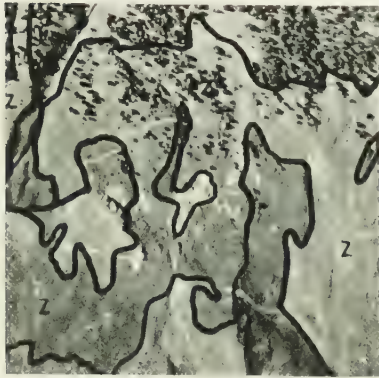
dominierend, in dichten Beständen, nach oben sich allmählich in Gruppen und Einzelbüsche auflösend; in Runsen immer nur auf der nach N gerichteten Seite. Auf der rechten Talseite nur in Einschnitten am nordexponierten Hang. Bevorzugt steilere Hänge, meidet Verflachungen.

6. *Miteingeschlossene Pflanzenarten*: Übrige Zwergsträucher (siehe IX) ohne *Juniperus* und Rasen.
7. *Strauchform*: Kleine, struppige Sträucher, bis 50 cm hoch, halbkugelförmig abgeflacht.
8. *Schattenform*: —
9. *Anmerkungen*: Die Alpenrosen heben sich dank ihrem dunklen Ton, dem leichten Stereoeffekt und mit Hilfe der ökologischen Verhältnisse gut von den übrigen Zwergsträuchern ab.
Das Bild zeigt sehr schön die Auflösung der Bestandesdichte mit zunehmender Höhe bis zur oberen Verbreitungsgrenze.



21. 7. 61
Stillbergalp, 2060 müM.

XI. Vegetationstyp: Zwergwacholder *Juniperus communis* ssp. *nana*



Nach SW ausgerichtet

1. *Grauton*: grau
2. *Textur*: Geschlossener Bestand: Unregelmäßig scheckig, mit geringem Kontrast, leicht undeutlicher, verschwommener Eindruck.
Lockerer Bestand: Tupfig bis fleckig (dunkle Büsche auf hellerem Grund).
3. *Stereoskopisches Aussehen*: Stereoeffekt: vage (bei Einzelbüschen meist noch sichtbar)
Einzelbüsche: Flach ausgebreitete, fladenartige Formen, größer als Alpenrosen.
Bestand: Ziemlich einheitliche Oberfläche mit geringen Kontrasten, die eher fließend ineinander übergehen und einen leicht verschwommenen Eindruck vermitteln; Rand klar abgesetzt.
4. *Form des Bestandes*: völlig unregelmäßig
5. *Verteilung und ökologische Verhältnisse*: Bevorzugt gut besonnte Südexpositionen; vertritt in Südlage die Alpenrose. Bereits innerhalb des Waldes, in Lichtungen etc.

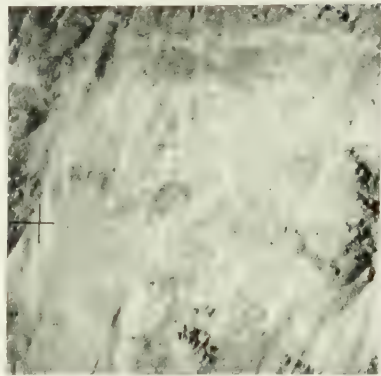
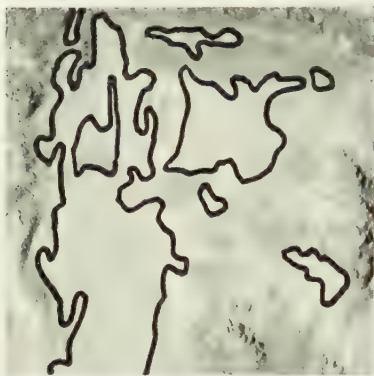
verbreitet; am dichtesten direkt über der Waldgrenze; löst sich allmählich nach oben auf. Überwiegend auf der rechten Talseite.

6. *Miteingeschlossene Pflanzenarten*: Zwergsträucher (excl. Alpenrose), Rasen
7. *Strauchform*: Flache, weit ausgebreitete, rundliche Sträucher von beträchtlichem Durchmesser (bis 2 m), gegen den Rand hin allmählich abfallend, bis 50 cm hoch.
8. *Schattenform*: —
9. *Anmerkungen*: Trennung zwischen Alpenrose und Zwergwacholder erfolgt in erster Linie aufgrund ihres ökologischen Verhaltens. Zwergwacholder ist zudem heller und hat weniger körniges, eher verwischtes Aussehen; dichte Bestände sind weniger leicht zu separieren als Einzelbüsche mit ihrem charakteristischen »fladenartigen« Aussehen. Gegenüber restlichen Zwergsträuchern gut abgrenzbar.



11. 8. 61
Kindschhausberg, 1900 müM.

XII. Vegetationstyp: Natürliche Wiesen



Nach SW ausgerichtet

1. *Grauton*: hell bis hellgrau (rel. uneinheitlich)

2. *Textur*: Unruhig feinkörnig mit geringen Kontrasten, durchsetzt mit dunklen Punkten (Zwergsträucher) und hellen Tupfen (Felsblöcke) etc.; Kultureien.

3. *Stereoskopisches Aussehen*: Stereoeffekt: nicht erkennbar
Übersicht: Meist sehr unruhiges, ungleichförmiges Mosaik von Rasen, Schutt, Felsblöcken und Zwergsträuchern (letztere zwei stereoskopisch sichtbar); wenn eine geschlossenere Wiesenfläche, so relativ glatte, feine Oberfläche.

4. *Form des Bestandes*: Sehr unregelmäßig mit fließenden Grenzen und Übergängen.

5. *Verteilung und ökologische Verhältnisse*: Über dem eigentlichen Zwergstrauchgürtel verbreitet (alpine Stufe); allerdings hier durch Schuttflächen und anstehenden Fels
- eingengt. Innerhalb Zwergstrauchgürtel vor allem auf Verflachungen, in (feuchten) Rinnen, Mulden etc.

6. *Miteingeschlossene Pflanzenarten*: Diverse alpine Rasengesellschaften, eingestreute Zwergsträucher.

7. *Wuchsform*: Uneinheitlich, nach Beweidung wieder etwas nachgewachsen.

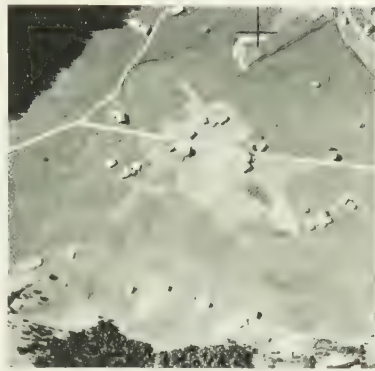
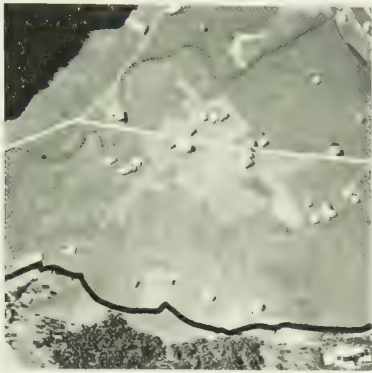
8. *Schattenform*: —

9. *Anmerkungen*: Das Stereogramm bringt das unruhige Aussehen der Natürlichen Wiesen mit den eingestreuten Zwergsträuchern und Felsen gut zum Ausdruck. Hangabwärts wird der Zwergstrauchgürtel immer dichter. Die fließenden Übergänge und die uneinheitliche Oberfläche unterscheiden die Natürlichen Wiesen leicht von den Wirtschafts-Wiesen. Kultureien bezeichnen die Art der Bewirtschaftung (Weide).



21. 7. 61
Stillberg, 2320 müM.

XIII. Vegetationstyp: Tallfettwiese



Nach SW ausgerichtet

1. *Granton*: hochstehender Graswuchs: mittelgrau geschnitten: hell
2. *Textur*: z. T. Mähstreifen; sonst ohne Textur, glatte, feine sehr einheitliche Oberfläche; z. T. »Schlieren«, etwas dunkler (Anzeichen für Vernässung).
3. *Stereoskopisches Aussehen*: Stereoeffekt: nicht erkennbar
Keine Unterschiede im stereoskopischen Aussehen zwischen stehenden und gemähten Wiesen. Hingegen abgrenzende Mäuerchen deutlich dreidimensional sichtbar.
4. *Form des Bestandes*: Scharf begrenzte, gradlinige, meist rechteckige Formen. Besonders schön zu sehen bei den geschnittenen Wiesen oder wo Mäuerchen vorhanden.
5. *Verteilung und ökologische Verhältnisse*: Im Talboden und auf dem flachen Schuttkegel des Dischmabaches; noch etwas in den Hangfuß hinaufgreifend. Tallfettwiesen werden jährlich zweimal geschnitten, und sie werden in der Regel jährlich gedüngt.
6. *Miteingeschlossene Pflanzenarten*: Goldhaferwiesen, meist feuchtere Varianten; jetzt praktisch ohne blühende Pflanzen.
7. *Wuchsform*: Der Großteil der Wiesen ist nachgewachsen und steht ca. 20–30 cm hoch. In der Nähe der Häuser hat der Emdet eingesetzt.
8. *Schattenform*: —
9. *Anmerkungen*: Die Wiesen sind an ihrem einheitlichen Aussehen und der scharfen Begrenzung leicht erkennbar. Spezielle Texturen, wie Mähstreifen, vervollständigen das Bild. Auffallend sind die vielen Vernässungszonen und die Entwässerungsgräben, die auf recht feuchten Boden schließen lassen.



26. 9. 62
Duchli-Matten (Taleingang) 1560 müM.

XIV. Vegetationstyp: Alpfttwiese



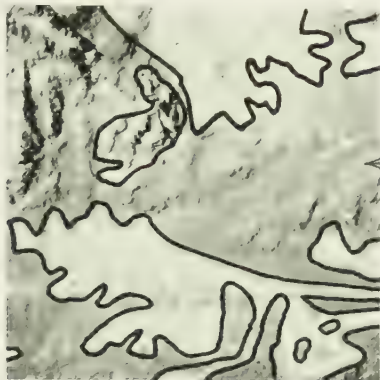
Nach SW ausgerichtet

1. *Grauton*: hell bis hellgrau
2. *Textur*: Keine Textur, glatte, feine, einheitliche Oberfläche, scharfer Rand; Spuren von Mähstreifen.
3. *Stereoskopisches Aussehen*: Stereoeffekt: nicht erkennbar
Glatte, uniforme Oberfläche; umgrenzende Mäuerchen oder Zäune stereoskopisch deutlich sichtbar. Gelegentlich einzelne Felsblöcke oder Stellen mit Zwergsträuchern (z. T. auf Lesesteinhaufen).
4. *Form des Bestandes*: Gradlinige, scharfe Begrenzung, häufig durch Mäuerchen oder Zäune.
5. *Verteilung und ökologische Verhältnisse*: In der Talsohle, auf Schuttkegeln und Verflachungen der untersten Hangregionen, hinter oder über der Waldgrenze. Belegt die günstigsten Teile (vor allem vom Relief her gesehen). Alpfttwiesen werden jährlich einmal geschnitten und in der Regel alle zwei Jahre gedüngt.
6. *Miteingeschlossene Pflanzenarten*: Goldhaferwiesen, jetzt ohne blühende Pflanzen.
7. *Wuchsform*: Die Wiesen wurden vor ca. 1–1/2 Monat geschnitten und sind seither nicht mehr stark nachgewachsen; ca. 10 cm hoch.
8. *Schattenform*: —
9. *Anmerkungen*: Die Wiesen setzen sich dank der umgebenden Mäuerchen und Zäune und dem einheitlich hellen Aussehen klar von der umliegenden Zwergstrauchweide ab. Der helle Ton zeigt, daß sämtliche Wiesen geschnitten wurden und nur unbedeutend nachgewachsen sind. Dadurch unterscheiden sie sich von den Talfettwiesen, die entweder kräftig nachgewachsen sind (dunkler Ton) oder bereits zum zweitenmal geschnitten wurden.
Ebenfalls Vernässungsstellen und Entwässerungssysteme.



21. 9. 62
Jenatschenalp, 1930 müM.

XV. Vegetationstyp: Vegetationsfreie Flächen



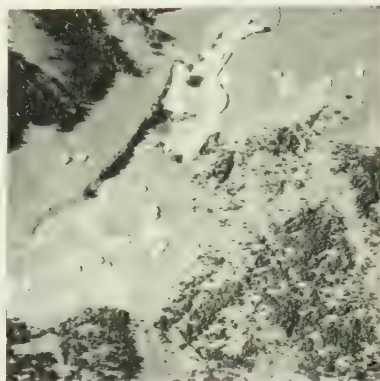
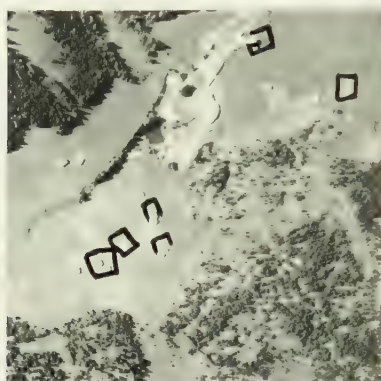
Nach SW ausgerichtet

1. *Granton*: Blockschutt, trockene Erde: sehr hell
2. *Textur*: Blockschutt: Unregelmäßig fein- bis grobkörnig, geringe Kontraste.
3. *Stereoskopisches Aussehen*: Felsen: Der anstehende Fels ist an seinen Formen (scharfkantig, spitz aufragend, mit deutlicher Licht- und Schattenseite) ohne weiteres erkennbar und wird hier nicht mehr näher charakterisiert. Stereoeffekt: Ausgeprägt bis deutlich: Einzelne Felsblöcke, je nach Größenordnung.
Vage: Blockschutt: Je nach Größe treten die einzelnen Blöcke hervor; eckige, kantige Formen, scharf akzentuierte, blockige Oberfläche, scharf abgesetzte Ränder.
4. *Form des Bestandes*: Sehr unregelmäßig, von frei gestreuten Blöcken aller Größenordnung bis zu geschlossenen Blockschuttfeldern ohne jeglichen Pflanzenwuchs.
5. *Verteilung und ökologische Verhältnisse*: Blockschutt: Vorwiegend in den Verflachungen unterhalb der Gipfelpartien, aber auch ganze Hänge bedeckend oder gestreut in der Falllinie angeordnet bis Talboden.
Erosionsformen: In Bacheinschnitten, Runsen, Steilhängen etc.
Anthropogene Formen: Entlang den Sträßchen und Feldwegen (Kiesgruben, Deponien etc.).
6. *Miteingeschlossene Pflanzenarten*: —
7. *Wuchsform*: —
8. *Schattenform*: Felsen ab gewisser Größe:
Schlagschatten: kompakt, eckig, scharfer Rand.
Eigenschatten: Scharfe Grenze zwischen Licht- und Schattenseite.
9. *Anmerkungen*: Dank ihrem sehr hellen Ton, dem hellsten überhaupt auftretenden, und dem kantig-blockigen Aussehen, heben sich die vegetationsfreien Flächen klar von den Zwergsträuchern und Natürlichen Wiesen ab. Häufig sind die Grenzen sehr scharf (siehe Bild). Erosionsformen und solche anthropogenen Ursprungs haben zumeist ebenfalls scharfe Ränder und sind oft als Hohlformen ausgebildet, womit sie im Stereomodell leicht zu erkennen sind.



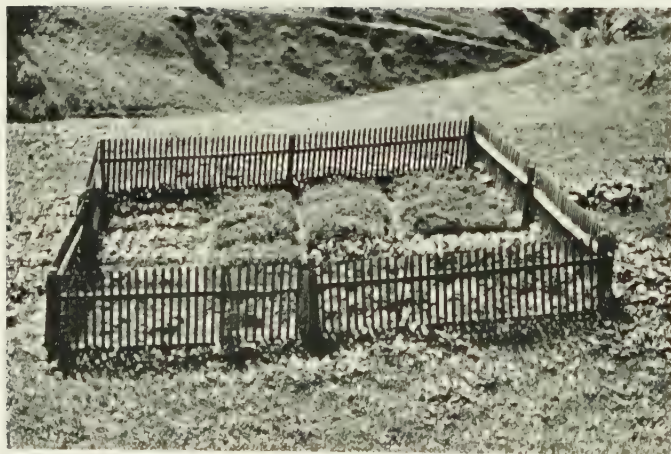
10. 8. 61
Geißweide, Börterhorn, 2400 müM.

XVI. Vegetationstyp: Gärten



Nach SW ausgerichtet

1. *Grauton*: mittelgrau
2. *Textur*: Kleines, dunkleres Viereck innerhalb hellerer Umgebung.
3. *Stereoskopisches Aussehen*: Stereoeffekt: deutlich (aber nur Rand)
Rand als heller Rahmen dunklere Innenfläche umspannend; im Innern kein Stereoeffekt oder andere Merkmale feststellbar.
4. *Form des Bestandes*: Kleines Rechteck bis Quadrat mit scharfer Begrenzung.
5. *Verteilung und ökologische Verhältnisse*: Sonnige Südexposition, immer in unmittelbarer Nähe eines Wohnhauses.
6. *Miteingeschlossene Pflanzenarten*: —
7. *Form*: Rechteck von ca. 8–12 m Seitenlänge, immer mit sehr solidem, ca. 1,5 m hohen Zaun umgeben.
8. *Schattenform*: Schlagschatten: Gelegentlich als sehr schmaler Streifen entlang Zaun sichtbar.
9. *Anmerkungen*: An ihrer Form und Größe und ihrem umschließenden Zaun sind die Gärten sehr leicht erkennbar und trotz ihrer Kleinheit nicht zu übersehen.



11. 8. 61
Post, Inner Hof, 1680 müM.

XVII. Vegetationstyp: Äcker



Nach SW ausgerichtet

1. *Gräuton*: variabel
2. *Textur*: Meist keine Textur, glattes, einheitliches Aussehen.
3. *Stereoskopisches Aussehen*: Stereoeffekt: vage bis deutlich
Ganzes Feld einheitlich, stereoskopisch hervortretend; flache, meist glatte Oberfläche, gradlinige Begrenzung.
4. *Form des Bestandes*: Rechteckform, etwas größer als Gärten.
5. *Verteilung und ökologische Verhältnisse*: In sehr steiler Südexposition, vorwiegend an den Schuttkegeln der Seitenbäche des Haupttales wie Wildboden, Glaris, Montstein etc.
6. *Miteingeschlossene Pflanzenarten*: Kartoffeln, Roggen und Gerste (meist grün geschnitten für Futterzwecke).
7. *Form*: Sehr kleine Äcker, Seitenlängen oft unter 10 m, selten über 25 m.
8. *Schattenform*: Schlagschatten: Evtl. ganz schmaler Streifen sichtbar.
9. *Anmerkungen*: Äcker sind an ihrer Form und Größe, vor allem aber an ihrem ganz bestimmten Standort leicht zu erfassen. Von den Gärten sind sie gut zu unterscheiden, da sie nie einen Zaun aufweisen. Da im Dischma keine Äcker mehr vorkommen, werden sie hier nicht weiter behandelt.



26. 9. 62
Sand, Wildboden, 1530 müM.

6. Die Vegetationskarte

Grundsätzliches zur Darstellungsweise

Mit Hilfe dieses Vegetationsschlüssels und der bei seiner Herstellung gewonnenen Geländekenntnisse (insbesondere wurde ein Streifen quer über das Tal begangen und sorgfältig kartiert, vom Jatzhorn – Stillberg – Teufi – Luckschalp zum Baslerkopf) wurde nun für das Dischma, soweit die stereoskopische Überdeckung des Fluges von 1956 reichte, eine Vegetationskarte im Maßstab 1:10 000 entworfen (43). Zuerst wurden die einzelnen Formationen kartiert und jede mit einer bestimmten Farbe gekennzeichnet. Dabei wurden stets physiognomische Einheiten abgegrenzt und diese, wenn immer möglich, einer einzigen Formation zugeordnet. Die Ausscheidung von Mischtypen wurde tunlichst vermieden. Ließ sich dies jedoch nicht umgehen, so wurde eine Streifensignatur in den Farben der beteiligten Formationen eingetragen. Das war beispielsweise der Fall bei Rasenflächen, die mit dispers gestreuten Felsbrocken übersät sind, welche bis zur Hälfte der Oberfläche einnehmen können. Eine derartige Vermengung läßt sich physiognomisch und kartographisch nicht mehr in die einzelnen Formationen auflösen. Ferner mußten Mischtypen angewendet werden, wo die Auflösung des Waldes soweit fortgeschritten ist, daß nur mehr Einzelbäume vorhanden sind und der Unterwuchs im Bild dominiert. Da diese Bäume aber physiognomisch immer noch deutlich in Erscheinung treten und zudem für die weitere Untersuchung von wesentlicher Bedeutung sind, wurden sie mit Streifen in der Farbe des Waldes eingezeichnet. Die zweite Farbe gibt die Art des Unterwuchses an.

Das Prinzip, möglichst wenig Mischtypen auszuscheiden, verbunden mit dem Ziel, eine sehr exakte Übersicht der Vegetation zu geben, führte zu einer außerordentlich differenzierten und reichen Gliederung. Dazu trug die Vielgestaltigkeit des Geländes noch das ihre bei. So mußten sehr viele Einheiten ausgeschieden werden, häufig solche von minimaler Fläche¹⁰⁾.

Für eine Vegetationskartierung nach Formationen scheint ein Maßstab von 1:10 000 auf den ersten Blick übertrieben groß. Es war auch ursprünglich die Absicht, diese Einheiten weiter zu differenzieren, nach den in Kap. III/2 beschriebe-

nen Methoden. Es zeigte sich aber schnell, daß, sofern nach den angeführten Kriterien vorgegangen wurde, für ein gebirgiges Gelände der Maßstab keinesfalls kleiner sein durfte. An eine weitere Unterteilung der Formationen war in der gleichen Karte überhaupt nicht mehr zu denken, wollte man diese nicht vollkommen überlasten¹¹⁾. So wurde zuerst eine Herauszeichnung jeder einzelnen Formation vorgenommen, wodurch eine weit bessere Übersicht über deren Verteilung, Anordnung und Flächenanteil möglich wurde (siehe dazu Kap. III/6 c und die Karten 3–9). Danach konnten die einzelnen Formationen nach verschiedenen Gesichtspunkten gegliedert werden.

Die Festlegung der Grenzlinien erfolgte ausschließlich im Luftbild. Da es sich vorwiegend um fließende Übergänge handelt, ist es in erster Linie eine Sache der Definition, wo sie gezogen werden. Es wurde stets das Prinzip der physiognomischen Dominanz angewendet, d. h. eine Einheit dem darin dominierenden Vegetationstyp zugeordnet. Nur bei Gleichwertigkeit wurde zum Mischtyp gegriffen. Dies kann eine Bevorzugung der Formationen mit betont dreidimensionalem Aufbau (Wald, Gebüsch) bedeuten. Das entspricht jedoch der Problemstellung dieser Arbeit, wie auch den ökologischen Gegebenheiten. Ein Bestand im Grenzbereich seiner Wachstumsmöglichkeiten (z. B. Wald in der Kampfzone) wird immer ein ziemlich kümmerliches und aufgelockertes Aussehen haben, muß aber zweifelsohne gleichwohl in die Formation miteingeschlossen werden. Es ist also berechtigt, soweit wie möglich von Wald zu sprechen und in diesem Sinne zu kartieren. Beim Zeichnen wurde demnach so vorgegangen, daß die physiognomisch stärker in Erscheinung tretenden Formationen zuerst ausgeschieden wurden, in der Reihenfolge Wald – Gebüsch – Vegetationsfreie Flächen (da hier meist deutliche Grenzen) – Zwergsträucher – Natürliche Wiesen. Wirtschafts-Wiesen und Gärten bilden hier einen besonderen Typ, da sie weitgehend scharfe und eindeutige Grenzen aufweisen. Die physiognomische Dominanz einer Formation bleibt erhalten, solange noch ein gewisser Flächenanteil von dieser eingenommen wird. Er beträgt in der Regel 20–30% der Gesamtfläche. Dieser Grenzwert muß einmal festgelegt werden. Nachher kann nötigenfalls mit Hilfe der bekannten Dichteskalen (z. B. in 60, S. 64) die Abgrenzung durchgeführt werden.

¹⁰⁾ Die kleinsten, noch berücksichtigten Flächen messen im Luftbild weniger als 1 mm² (Gärten). Unter Umständen wurde sogar ein einzelstehender Baum miteinbezogen.

¹¹⁾ Hier wären als graphische Mittel verschiedene Tonstufen einer Farbe sowie Signaturen zur Anwendung gekommen.

Sind die Vegetationseinheiten im Luftbild ausgeschieden, so müssen die Grenzen in die Karte übertragen werden. Dafür gibt es verschiedene Methoden. Im gebirgigen Gelände dürfen Geräte, die ein stereoskopisches Betrachten und (oder) die Elimination der Radialdeformation nicht zulassen, unter keinen Umständen verwendet werden, also beispielsweise Umzeichenepiskope, wie Antiskop, der Luftbildumzeichner von Zeiss-Aerotopograph etc. Es bleiben die folgenden Möglichkeiten:

1. Übertragung ohne Umzeichengerät, mit Hilfe von Geländepunkten, die sowohl im Stereomodell als auch in der Karte eindeutig fixierbar sind. Dazwischen wird interpoliert.
2. Übertragung mit Stereokartiergeräten einfacher Art mit Näherungslösungen, wie Zeiss Stereotop und Planitop oder Radial Line Plotter.
3. Übertragung mittels Präzisionsauswertegeräten (1.–2. Ordnung), wie Autograph, Stereoplanigraph etc.

Praktisch wird letztere Möglichkeit, welche die zuverlässigsten Resultate liefern würde, meistens weggelassen, da solche Geräte kaum zur Verfügung stehen. Außerdem würde das Einpassen der Luftbilder Schwierigkeiten bereiten und viel zu viel Zeit beanspruchen. Der Aufwand würde in keinem Verhältnis zum gewünschten Ergebnis stehen. Einfache Stereokartiergeräte sind immer mit gewissen Ungenauigkeitsfaktoren belastet, die sich besonders im Gebirge stark auswirken können. Ein Zeichenfehler von wenigen Millimetern kann eine Einheit bereits an einen völlig unrichtigen Standort bringen. Da aber gerade das Prinzip der lagegerechten Kartierung als wesentlich angesehen wurde, schien eine Übertragung ohne Geräte, nur mit Hilfe von Geländepunkten, am vorteilhaftesten. Bedingungen für ein derartiges Vorgehen sind natürlich eine genügend große Zahl solcher Anhaltspunkte und eine genaue Isohypsenkarte großen Maßstabs. Dies war für das Dischma der Fall¹²⁾. Als Stereoskope standen zur Verfügung, neben dem einfachen Taschestereoskop, das sich sowohl im Felde als auch am Zeichentisch als handlich und praktisch erwies, ein Wild-Spiegelstereoskop und ein »Delfter« Abtast-Stereoskop ODSS.

Die lagegerechte Übertragung läßt sich auf diesem Wege unter den genannten Voraussetzungen in einem derart vielgestaltigen Gelände am besten verwirklichen. Zudem bietet diese Methode noch eminent wichtige Vorteile. Sie zwingt zu einer sehr sorgfältigen Bildbetrachtung, zu einer gründlichen Abklärung der Standorte einer Einheit und trägt damit zu einer vertieften Erkenntnis über Aufbau und Verteilung der Vegetation und ihrer ökologischen Verhaltensweisen im untersuchten Gebiet bei. Durch eine dermaßen eingehende Untersuchung kommen eine Menge zusätzlicher Details zum Vorschein, die bei einer oberflächlicheren Betrachtung glatt übersehen würden.

Die einzelnen Formationen und ihre Gliederung

Von jeder Formation wurde eine Verbreitungskarte (Nr. 3–9) entworfen, durch Herauszeichnen aus der allgemeinen Vegetationskarte. Die einzelnen Formationen sind in ihrem Aussehen, in Größe, Aufbau und Bewirtschaftungsart recht ungleich, weswegen eine Unterteilung nach einem Einheitschema wenig gerechtfertigt erscheint. Die Gliederung soll sich vielmehr diesen äußeren Unterschieden anpassen und sinngemäß vorgenommen werden. Nur so kann sie den einzelnen Belangen der Formation entsprechen und ein anschauliches und umfassendes Bild vermitteln. Vor allem aber muß die Gliederung vollständig dem Luftbild entnommen werden können. Hingegen sollen dabei sämtliche zur Verfügung stehenden Luftbildserien herangezogen werden und nicht nur diejenige, welcher die Schlüsselbilder entnommen wurden. Gewisse Einzelheiten lassen sich zu anderer Jahreszeit besser erkennen und abgrenzen. Darauf wird in Kap. IV näher eingegangen. Für unser Gebiet erwies sich vor allem noch der Frühjahrsflug (Ende Mai) als sehr wertvoll. Neben der Abklärung der möglichen Gliederungsprinzipien soll auch näher untersucht werden, wie weit eine Unterteilung mit Hilfe von Luftbildern bei einem bestimmten Maßstab überhaupt vorgetrieben werden kann, welche Schwierigkeiten und Unsicherheitsfaktoren sich dabei ergeben und wo die Grenzen der Interpretation liegen. Die darüber gemachten Ausführungen beziehen sich durchweg auf den größten vorhandenen Bildmaßstab, also ca. 1:15 000. Die wirtschaftlichen Gegebenheiten werden hier nur beiläufig miteinbezogen. Sie werden in Kap. V ausführlich behandelt. Das zur Anwendung gebrachte Gliederungsprinzip wird kurz besprochen und begründet. Da das Areal der Formation häufig

¹²⁾ Karte 1:10 000, schwarz-weiß Druck, für das Dischma zusammengestellt aus den verschiedenen Blättern des Übersichtsplans der Landschaft Davos. Freundlicherweise zur Verfügung gestellt durch die EAFV.

sehr klein und zerstückelt ist, wird die Unterteilung meistens nur einfacher Art sein können. Anschließend werden die wesentlichen Merkmale der Verteilung und Lage einzelner Vegetationstypen untersucht und auf gewisse Besonderheiten, augenfällige Erscheinungen und illustrative Details hingewiesen, wie sie uns das Luftbild aufzuzeigen vermag.

A. Die Wald-Formation (Karte 3)

Gliederungsmöglichkeiten: Der Wald gestattet zweifelsohne die vielseitigsten Möglichkeiten, dank seinem ausgesprochen dreidimensionalen Aufbau und der Größe seiner Einzelobjekte. Die EAFV hat den Wald des Dischmas ihrerseits nach forstlichen Gesichtspunkten bearbeitet, vor allem zur Erfassung der Waldstruktur und der jüngsten strukturellen und flächenmäßigen Veränderungen. Weitere Aufgaben wurden in gemeinsamer Arbeit gelöst. Darum wird der Abschnitt über den Wald, trotz der Fülle der Möglichkeiten, eher kurz besprochen und auf diese forstlichen Publikationen verwiesen (52, 71).

Die Unterschiede zwischen Gebirgswäldern und den Forsten des Flachlandes wurden schon mehrfach erwähnt. Sie bedingen ein verschiedenartiges Vorgehen bei der Interpretation. Wichtig ist überall die Ausscheidung nach einzelnen Arten oder charakteristischen Mischformen. Wir befinden uns ganz im Bereich des Nadelwaldes. Gleichwohl ist es möglich, die einzelnen Arten auseinanderzuhalten, infolge des meist lichten Kronendaches, das eine Betrachtung beinahe jeden Einzelbaumes samt Standort zuläßt. Fichte und Lärche unterscheiden sich in ihrem Gesamtbild am leichtesten. Die beiden dazwischenliegenden Formen, Arve und Bergföhre, sind in ihren Arealen vollständig getrennt. Die Gefahr der Verwechslung zwischen diesen beiden Arten wäre in Mischbeständen wohl am größten. Dies könnte sich beispielsweise bei Interpretationsaufgaben im zentralalpinen Bereich auswirken. Die Abgrenzung der Föhre gegen die Fichte und Lärche fällt leicht. Der physiognomische Wechsel ist sehr markant. Schwieriger ist die Grenze zwischen dem Fichten- und dem Arvenwald zu ziehen, also zwischen dem Fichten- und Lärchen-Arven-Gürtel. Hauptursache der Schwierigkeiten ist wohl das nur noch kümmerliche Vorhandensein weniger Arven-Bestände, bei denen infolge des sehr uneinheitlichen Wuchses die Ausbildung charakteristischer Bestandesmerkmale nicht möglich

ist. So müssen einzelne kleine Indizien (Schatten, Form etc.) genauestens studiert werden, von Baum zu Baum, um die Arten voneinander trennen zu können (vgl. Stereogramm III S. 41).

Neben der Gliederung nach Arten hat eine gute Charakterisierung des Bestandesaufbaus nach Dichte und Höhe zu erfolgen (wobei im Gebirge daraus allerdings keine zusätzlichen Ableitungen auf das Alter der Bäume und das Holzvolumen gemacht werden dürfen). Hier muß unter Umständen im Detaillierungsgrad viel weiter gegangen werden als bei Wäldern des Mittellandes, auch werden in der Regel mehr Kategorien auszuscheiden sein. Die Gliederung wird sich weniger auf Fragen der Nutzungsweise und Möglichkeiten beziehen als auf Probleme der Wald-Gefährdung (Schneedruck, Lawinen, Steinschlag etc.), des Weidganges und der Schutzfunktionen für den Menschen und seine Anlagen. Weiterhin könnte der Unterwuchs miteinbezogen werden, der ja häufig noch im Luftbild erkannt werden kann, aber leider nicht mehr durchgehend, infolge zu dichten Kronenschlusses oder auftretender Schatten.

Vorgenommene Aufgliederung: Wesentlich erschien im Rahmen dieser Arbeit vor allem eine Aufteilung nach Arten und Mischformen. In erster Linie wurden Reinbestände (d. h. über 90% Anteil einer Art am gesamten hochstämmigen Baumwuchs) ausgeschieden, hinzu kamen verschiedene Mischtypen. Eine genauere Unterteilung letzterer nach prozentualer Beteiligung wäre wohl wünschenswert und auch durchführbar gewesen, ebenso eine Aufgliederung nach Dichteklassen, ließ sich beim verwendeten Maßstab jedoch nicht vornehmen, da die einzelnen Flächen viel zu klein wurden.

Verteilung: Während auf der rechten Talseite noch größere zusammenhängende Wälder vorkommen, sind sie am linken Hang in kleine Einheiten aufgelöst. Selbst der Mattenwald am Taleingang ist mit zahlreichen langgestreckten Blößen durchsetzt. Die Areale der einzelnen Arten heben sich deutlich heraus. Die Fichte dominiert, besonders im vorderen Talabschnitt, gegen den Davosersee und in den unteren Partien weiter hinten im Tal. Reine Lärchenbestände finden sich vor allem in den oberen Teilen der linken Seite in der vorderen Hälfte. Ihnen schließen sich taleinwärts die wenigen, kleinen Arvenbestände an. Die Föhre ist auf das Bergsturzgebiet am Wolfgangpaß beschränkt, mit sehr scharfer Grenze gegen die Fichten- und Lärchenwälder, was in Bild 14 sehr

schön zum Ausdruck kommt. Zwischen die einzelnen Reinbestände schieben sich immer wieder charakteristische Mischformen ein. So ist vor allem die Lärche den anderen Arten beigemischt, sobald lockere Bestockung ihr günstige Wuchsbedingungen (Licht) verschafft. Entlang der Ränder ist sie vor allem mit der Fichte vergesellschaftet, an der Obergrenze mit der Arve, am Wolfgangpaß auch mit der Föhre. Kombinationen von Fichte-Lärche und Arve kommen auch vor, sind aber selten, im Übergangsbereich vom Fichten- zum Lärchen-Arven-Gürtel.

Detailerscheinungen: Bild 14 zeigt als Schulbeispiel den kontinuierlichen Übergang von der aufrechten Bergföhre zur Legföhre, auf dem Serpentschuttkegel westlich vom Wolfgangpaß. Im Luftbild verändern sich die Größe, die Form und der Grauton sukzessive mit dem Ansteigen gegen die Totalp. Die aufrechten Formen werden niedriger, die Stämme hangabwärts umgebogen. Aus Bäumen werden Gebüsche, und der Ton wird im Bereich der Legföhre immer dunkler.

B. Die Gebüsch-Formation (Karte 4)

Gliederungsmöglichkeiten: Die Abgrenzung der Gebüsch-Formation bereitet ebenfalls keine Mühe. Einzige Schwierigkeit bietet die Verwechslung mit dicht stehendem Baum-Jungwuchs. Die Unterscheidung ist aber bei genauerem Studium (speziell der verschiedenen jahreszeitlichen Flüge) durchaus möglich. Zudem ist die Gefahr nicht groß, da Anpflanzungen von Bäumen in unserem Gebiet selten sind (es gibt nur ein Vorkommen im Bühlenberg) und meistens gradlinige Begrenzung aufweisen.

Weniger einfach ist hier die Gliederung nach Arten. Die bestockten Areale können sehr klein sein. Häufig liegen die Gebüsche in Waldschneisen, Bacheinschnitten etc., also in Lagen, die sich gern im Bildschatten befinden. Haben wir es jedoch mit größeren Flächen ohne störende Schatten zu tun, so ist eine einwandfreie Trennung gesichert.

Der erste Schritt der Unterteilung ist die Trennung von Laubholz-Gebüschen und Legföhren. Dies muß vorwiegend aufgrund von Grauton, Textur und Oberflächen-Gestaltung erfolgen, was, bei der besprochenen Unzuverlässigkeit dieser Faktoren, zu Verwechslungen führen kann. Besonders zwischen Legföhren und Grünerlen-Beständen sind die Unterschiede gering und können, vor allem in den September-Aufnahmen, total ver-

wischt werden. Besser geeignet zur Trennung ist der Mai-Flug. Die Laubhölzer stehen zu dieser Zeit erst am Beginn der Blattentfaltung in hellem, leichten Grün. Die Tonunterschiede zur Legföhre sind daher größer, auch machen die Laubholz-Gebüsche einen viel unscheinbareren, unbestimmteren Eindruck und sind schlecht abzugrenzen, da sie noch nicht im Besitze des vollen Blattkleides sind. Die Legföhren dagegen stehen groß und dunkel da. Hier ist, abgesehen von Stellen mit Schatten, eine einwandfreie Trennung möglich.

Die Legföhren treten ausschließlich in Reinbeständen auf. Eine weitere Unterteilung erübrigt sich damit. Nicht so bei den Laubholz-Gebüschen. Hier lassen sich noch Reinbestände von Grünerlen und Birken ausscheiden. Erstere sind relativ häufig, letztere eher von bescheidenem Umfange. Sie können im September-Flug anhand der im Schlüssel angegebenen Merkmale unterschieden werden. Im Mai-Flug ist dies nicht möglich. Der Hauptteil der Laubholz-Gebüsche aber besteht aus Mischbeständen, in denen Grünerle, Birke und Vogelbeere bunt vermengt auftreten. Besonders ausgeschieden werden sollten noch die Bachufer-Gebüsche, wie sie entlang dem Dischmabach gefunden werden und in welchen zusätzlich die Weiden beigemischt sind. Dies ist aufgrund des Standorts einfach vorzunehmen.

Für eine vollständige Gliederung nach Arten sind für die Gebüsch-Formation also bereits ein Frühjahres- und ein Herbst-Flug nötig.

Eine weitere Unterteilung nach Dichteklassen ist gleichfalls angezeigt, bietet aber, wie beim Wald, keinerlei Probleme.

Vorgenommene Aufgliederung: Es wurde nur zwischen Legföhren und Laubholz-Gebüschen unterschieden, da die einzelnen Areale in diesem Maßstab öfters zu klein und schmal für eine zusätzliche Aufteilung sind.

Verteilung: Die Gebüsch-Formation findet sich vorwiegend auf der linken Talseite, auf der rechten ist sie auf wenige Stellen beschränkt. Ursachen dafür sind: Die wichtigsten Arten (Grünerle, Legföhre) sind ausgesprochene Schattholzarten. Der Wald auf der linken Seite ist stärker zerstückelt und von Lawinenbahnen (vom Jakobs- und Jatzhorn her) durchschnitten. In diesen tritt vor allem die Legföhre als Dauergesellschaft auf, da sie den Schnee über sich hinweggleiten lassen kann. In ihrem Schutze kommt wieder Jungwuchs hoch (Kap. V/3 d). Nach Ende des Waldes besiedeln tal-

einwärts vor allem Legföhrengebüsche die steilen Felsen der linken Seite (Bild 2). Auf dem rechten Hang sind es vorwiegend Birkenbestände, aber in viel kleinerem Umfange. Einzelne Gebüsche sind bis hinter den Dürrboden zu finden, dort vor allem auch noch am linken Hang *Lonicera*.

Detailerscheinungen: Bild 6 veranschaulicht besonders schön den Übergang eines Laubholz-Mischbestandes von unruhiger Ausbildung mit dem Wechsel in die Nordexposition eines Bacheinschnittes zum Grünerlen-Reinbestand von sehr regelmäßigem Aussehen. Ebenso schön ist der Wechsel von Laubholz zu Legföhren erkennbar.

C. Die Zwergstrauch-Formation (Karte 5)

Gliederungsmöglichkeiten: Je kleiner die einzelnen Komponenten einer Formation werden, desto schwieriger gestaltet sich die Unterteilung im Luftbild. Bereits die Abgrenzung der Formation kann hier zum Problem werden (siehe S. 47). Vermehrte Schwierigkeiten stellen sich bei der weiteren Gliederung. Eine Ausscheidung nach Arten ist nur noch bedingt möglich. Einigermassen zuverlässig lassen sich noch Bestände mit vorwiegend Alpenrosen und Zwergwacholder bestimmen, vor allem aufgrund ihrer ökologischen Verhaltensweisen. *Vaccinium* und *Calluna* sind in Sommer- und Herbst-Aufnahmen bei relativ hohem Gras kaum mehr von diesem zu unterscheiden. In der Natur ist das auf einige Distanz auch bereits nicht mehr möglich. Günstiger sind hier eindeutig die Frühjahrs-Aufnahmen, in denen die Zwergsträucher gesamthaft gegenüber dem Rasen kräftiger abgesetzt sind, vor allem im Grauton. Hier machen sich dafür die Altschneeflecken unliebsam bemerkbar.

Sinnvoller als eine Aufteilung nach Arten erscheint eine nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten, z. B. nach der Eignung einzelner Abschnitte für die Beweidung, nach Reliefbeschaffenheit, Steilheit, Mengenanteil der Kräuter und Gräser (Futtopflanzen), Flächenverhältnis von Zwergsträuchern, Rasen und unproduktiven Stellen.

Vorgenommene Aufgliederung: Aus den allgemeinen Zwergstrauchbeständen werden gesondert herausgestellt: Abschnitte mit vorherrschend Alpenrosen oder Zwergwacholder, mit vereinzelttem Baumwuchs und solche, die auffällig mit Gesteinsschutt durchsetzt sind. Zudem erfolgt stets eine Zweiteilung nach der Dichte in relativ ge-

schlossene Bestände (über 50% Anteil Zwergsträucher an der Gesamtoberfläche) und lockere Einheiten.

Verteilung: Der Zwergstrauch-Gürtel, durchweg als Weide genutzt, nimmt das größte Areal im Dischma ein. Die durchgeführte Aufteilung ergibt ein buntes, sehr kleinflächiges Mosaik verschiedenartiger Bestände. Die Abhängigkeit von Alpenrosen und Zwergwacholder von der Exposition wurde bereits dargelegt (S. 48, 49). Zudem finden wir eine zonale Anordnung nach der Höhe, die allerdings nur bedingt verfolgt werden kann, da sie vielen Störungen und Überschneidungen unterworfen ist. Immerhin belegen die beiden gesondert herausgehobenen Arten zumeist die unteren Partien. Auffallend sind auch die besonders dichten Bestände direkt über der heutigen Waldgrenze, was am schönsten im Gebiet der Stillbergalp zu sehen ist, wo die Alpenrosen mit ihrem dunklen, satten Ton dies besonders gut veranschaulichen (Abb. 5). Größere Lücken weist vor allem der *Juniperus*-Gürtel auf der rechten Seite auf, speziell im Abschnitt Gulerigen- bis Gadmenberg. Hier bilden menschliche Eingriffe die Ursache (Kap. V/2). Auffallend sind auch die beiden Seitentäler. Sie sind praktisch frei von Zwergsträuchern.

Detailerscheinungen: Windgefedte Kuppen, auf denen vor allem das *Loiseleurietum* als Dauer-gesellschaft verbreitet ist, treten im Luftbild gut heraus. Neben dem sehr resistenten Zwergsträuchlein (*Loiseleuria*) sind es vor allem Flechten, die der Assoziation einen charakteristisch hellen Ton verleihen (Bild IX). Im Untergrund des Föhrenwaldes überwiegt *Erica*.

Lücken im Zwergstrauchgürtel, besonders in der Nähe der Waldgrenze, müssen immer eingehend behandelt werden. Meist sind sie anthropogenen Ursprungs. Es sind die Spuren der gegenwärtigen oder ehemaligen Bewirtschaftung, welche die natürliche Abfolge stören. Als Beispiel sei die große Fläche von Natürlicher Wiese genannt, die sich im Bühlenberg (Bild 7) zwischen Wald und Zwergstrauchgürtel einschiebt. Die Differenzierung nach der Exposition läßt sich gut in Bild 5 verfolgen, wo mit den vielen kleinen Bacheinschnitten ein sehr reiches Kleinrelief besteht.

D. Die Formation der Natürlichen Wiesen (Karte 6)

Gliederungsmöglichkeiten: Die Natürlichen Wiesen treten gestreut und kleinflächig auf. Ihr Aus-

sehen ist sehr unregelmäßig. Nur selten kommt es zur Ausbildung einer zusammenhängenden Rasendecke. Meistens sind ihr Felsen, loses Gestein oder Zwergsträucher beigemischt. Eine weitere Gliederung fällt darum reichlich schwer. Einzelne Pflanzengesellschaften auszuscheiden ist, von Ausnahmen abgesehen, kaum durchführbar. So dürften wiederum die wirtschaftlichen Möglichkeiten als Gliederungsprinzip in den Vordergrund rücken. Vor allem der Anteil des Rasens an der Bodenbedeckung ist für die Alpwirtschaft von Bedeutung. Daraus lassen sich, wenn auch nicht exakte Angaben, immerhin gute Anhaltspunkte auf den Futterertrag schließen.

Vorgenommene Aufgliederung: Ausgeschieden wurden zunächst Bestände mit mehr oder weniger reiner Rasenbedeckung. Waren Elemente anderer Formationen auffällig beigemischt, so wurden diese gleichfalls angegeben, was zu folgenden Einheiten führte:

Reine Rasenbedeckung;

Rasen mit vereinzelt Bäumen oder Gebüsch;

Rasen mit eingestreuten Zwergsträuchern (nicht mehr als 20% Flächenanteil);

Rasen mit Lockergesteinen;

Rasen mit Zwergsträuchern und Lockergesteinen.

Zusätzlich wurde jede Einheit in zwei Dichtekategorien unterteilt, in geschlossene und unzusammenhängende Rasendecke.

Verteilung: Innerhalb der Wald-, Gebüsch- und Zwergstrauch-Formation kommen die Natürlichen Wiesen an extremen Standorten, z. B. entlang Wegrändern, in Waldlichtungen, Schneisen etc., vor. Auch Wiesen, die vor längerer Zeit einmal geschnitten wurden und noch nicht oder erst wenig von den Zwergsträuchern zurückerobert sind, werden hier miteingeschlossen. Innerhalb des Zwergstrauchgürtels finden wir die Natürlichen Wiesen fast durchweg auf den Verflachungen, in Mulden etc. Dies mag zwei Ursachen haben:

1. Naturgeographisch: Die Verflachungen sind stets mehr oder weniger vernäßt bis versumpft. Es sind also Standorte, die den Zwergsträuchern wenig zusagen.
2. Anthropogen: Die Stellen werden stärker beweidet und somit auch besser gedüngt, was die Zwergsträuchern von diesen Flächen fernhält.

Auch auf den jungen Schuttkegeln am Hangfuß

(mit erhöhter Bodenfeuchtigkeit und fortwährend neuer Materialzufuhr) wächst vorwiegend Rasen, die Zwergsträucher setzen erst richtig an ihrem Rande ein (siehe Bild XIV in der Umgebung der Wiesenalp).

Diese Anordnung, Verflachungen mit Natürlicher Wiese, Hänge mit Zwergsträuchern, ist immer wieder anzutreffen (Bild 5). Verbreitet finden wir diese Formation über dem Zwergstrauchgürtel. Das ist das zentrale Gebiet der alpinen Stufe, das sich gut erfassen läßt. Allerdings wird es schnell wieder von oben her eingeeengt, durch die großen Schuttdeponien und den anstehenden Fels.

Detailerscheinungen: Einzelne Pflanzengesellschaften oder spezielle Standorte lassen sich aus dem Luftbild ableiten, vor allem die Schneetälchen und Orte mit hoher Bodenfeuchtigkeit. Besonders interessant muß in diesem Zusammenhang der Vergleich zwischen Ausaperungsverlauf und Anordnung der Natürlichen Wiesen und dem Zwergstrauchgürtel ausfallen. Vieles ließe sich auf diesem Wege sicher besser verstehen. Leider steht die Karte über den Ausaperungsverlauf (siehe Kap. VIII) noch nicht zur Verfügung.

E. Die Formation der Wirtschafts-Wiesen (Karte 7)

Gliederungsmöglichkeiten: Formationen, die stark der menschlichen Beeinflussung unterliegen, weisen viel kompliziertere Verhältnisse auf. Da diese Wiesen, deren Entstehung allein auf das Wirken des Menschen zurückzuführen ist, nochmals in Kap. V gesondert zur Sprache kommen werden, erübrigt sich hier eine eingehende Gliederung. Es zeigte sich aber von Anfang an (schon in der Gesamt-Vegetationskarte 1:10 000), daß die physiognomischen Aspekte im Luftbild dermaßen verschieden sind, daß sofort zu einer Zweiteilung geschritten werden mußte. Unterschieden wurden die Fettwiesen gegenüber allen restlichen Mähwiesen (Halbfett-, Magerwiesen, Mähder). Die Fettwiesen müssen mit Hilfe der Frühjahrs-Aufnahmen abgegrenzt werden. Dort heben sie sich kräftig von ihrer Umgebung ab, da sie in der Vegetationsentwicklung am weitesten und einheitlichsten fortgeschritten sind, was sich im Luftbild in einem regelmäßig dunklen Ton auswirkt (Bild 10).

Vorgenommene Aufgliederung: Die Unterteilung erfolgt nach Fettwiesen und restlichen Einheiten. Erstere werden wiederum in Tal- und Alp-

wiesen getrennt, während bei den Magerwiesen die Flächen mit Baum- oder Strauchwuchs gesondert hervorgehoben werden.

Verbreitung: Die Wirtschafts-Wiesen nehmen überall die günstigsten Abschnitte des Tales ein, vor allem die Talsohle und die flacheren Hangpartien. Soweit der Wald reicht, gehen auch die Talfettwiesen, doch finden wir in diesem Abschnitt auch schon solche, die dem zweiten Typus angehören. Teilweise liegen die Wiesen als Rodungsinseln im Walde, in kleinerem Ausmaße noch über dem Wald auf Verflachungen. Im Talhintergrund und oberhalb der Waldgrenze sind sie stets in unmittelbarer Nähe der Alpgebäude gelegen und mit Mäuerchen gegen das weidende Vieh geschützt. Hier handelt es sich immer um die Alpftwiesen. Die Halbfett- und Magerwiesen haben einen viel kleineren Umfang. Sie schließen meistens an die Fettwiesen an, hangaufwärts gegen den Wald oder mit zunehmender Entfernung von den Wirtschaftsgebäuden. Die Übergänge sind häufig fließend und schwer festzulegen.

Detailerscheinungen: Unterschiedlich bewirtschaftete Wiesentypen sind in Bild 13 zu sehen, mit weidenden Kühen, Misthaufen, Vernässungszonen, Entwässerungsgräben, nicht geschnittenen Zwergstrauch-Partien (unter denen sich oft Lesesteinhaufen verstecken) etc.

F. Formation der Vegetationsfreien Flächen (Karte 8)

Gliederungsmöglichkeiten: Eine allzu detaillierte Aufgliederung erübrigt sich in einer Vegetationskarte. Immerhin sollte vor allem eine Teilung in anstehenden Fels und Lockermaterialien vorgenommen werden. Zusätzlich können noch weitere Formen ausgeschieden werden, wie z. B. Erosionsformen, anthropogene Objekte (Kiesgruben, Materialdeponien etc.). In einem Gebiet mit recht unterschiedlichem geologischen Untergrund wird auch das Anstehende genauer unterteilt werden kön-

nen. In gewissen Fällen müssen die Lockergesteine in verschiedene Dichtekategorien (Anteil der Oberflächen-Bedeckung) aufgeteilt werden.

Vorgenommene Aufgliederung: Es wurde nur nach Fels und Lockermaterialien unterschieden. Die anthropogenen Formen sind viel zu klein, um dargestellt zu werden.

Verteilung: Diese Formation dominiert im obersten Stockwerk, über dem Zwergstrauchgürtel und den Natürlichen Wiesen. Es ist die Gipfelregion mit dem anstehenden Fels. Darunter, auf den ersten Verflachungen, liegen ausgedehnte Blockschuttfelder. Diese können sich bis gegen den Wald oder im Talhintergrund bis in die Sohle hinunterziehen. Auffallend ist gelegentlich das Hineinziehen solcher Schuttströme in die Lawinenbahnen. Besonders der hintere Talteil und auch die beiden Seitentäler machen einen überaus »steinigen« Eindruck. Selbst innerhalb der Wirtschafts-Wiesen wurden nicht alle Blöcke entfernt. Nur zu deutlich zeigt sich hier, wie negativ sich die Waldzerstörungen auswirken.

Detailerscheinungen: Bild 11 enthält eine prachtvolle Erosionsnische, am linken Hang in der Nähe der Waldgrenze.

G. Formation der Gärten und Äcker (Karte 9)

Gliederungsmöglichkeiten: An eine weitere Unterteilung der Gärten ist ihrer Kleinheit wegen nicht mehr zu denken. Gleichwohl sind sie auffällige Objekte in der Landschaft und für die weitere Arbeit von Bedeutung (Kap. VI/2 a). Die Gliederung der Äcker führt über unser Thema hinaus.

Verteilung: Gärten liegen immer in unmittelbarer Nähe der Wohnhäuser, und zwar der Talgüter. Jeder Hof hat einen oder mehrere Gärten. Dazu wird immer die allergünstigste Lage ums Haus ausgesucht, d. h. eine sonnige Südexposition an einem nicht zu steilen Abhang. Am dichtesten verbreitet sind sie auf dem Schuttkegel des Dischmabaches am Talausgang.

IV. Die jahreszeitlichen Veränderungen im Luftbild und die Frage der günstigsten Jahreszeit

1. Allgemeines

Im Laufe der Vegetationsperiode ändert sich im Luftbild mit der Entwicklung und dem Wachstum der Pflanzen vor allem der Grauton, aber auch die Textur und das Stereoskopische Aussehen. Die Kenntnis der hauptsächlich phänologischen Daten ist daher für die Interpretation von ausschlaggebender Wichtigkeit (siehe Kap. II/4). Gewisse Dinge sind allein oder zumindest viel besser bei einem bestimmten Entwicklungsstand zu erkennen, zu den übrigen Zeiten jedoch kaum. Allein das Wissen um derartige Situationen erlaubt, für eine bestimmte Aufgabe die Erstellung eines Bildfluges zur günstigsten Jahreszeit vornehmen zu lassen. Im allgemeinen sind die Veränderungen zwar nicht sehr groß, mit Ausnahme zu Beginn und am Ende der Vegetationsperiode, im Abschnitt der Blattentfaltung und Blattverfärbung. Die Erfassung dieser an sich sehr günstigen Stadien ist allerdings kaum durchführbar, da sie im Gebirge infolge der Höhendifferenzen und der unterschiedlichen Exposition beträchtlichen zeitlichen Verschiebungen unterworfen sind. Zudem differiert der Zeitpunkt von Anfang und Schluß der Vegetationsperiode jedes Jahr, auch kann er durch einen Witterungsumschwung sehr schnell herbeigeführt oder beendet werden. Eine Aufnahme zu diesem Zeitpunkt würde also stets nur einen gewissen Teil des Tales unter optimalen Verhältnissen wiedergeben, den Rest aber unter eher ungeeigneten.

Den größten Veränderungen unterliegen Flächen, die intensiv genutzt werden. In unserem Gebiet betrifft dies nur die Wirtschafts-Wiesen, die zufolge des raschen Wachstums und der Mahd in ihrem Aussehen stark variieren.

Es ist beim Studium der Vegetation im Gebirge nicht möglich, die Grauton-Änderungen mit Messungen zu erfassen, wie dies z. B. bei der Landnutzung im Flachland der Fall ist (Steiner 7, 123), der Schwankungsbereich wäre viel zu groß. Erstens bilden sich kaum Einheitsflächen aus, die als Norm gelten könnten und zweitens sind die sekundären Einflüsse, denen der Grauton unterworfen ist, allzu beträchtlich.

Es kann in diesem Abschnitt demnach nur allgemein auf solche Änderungen und günstige Konstellationen hingewiesen werden.

Im Gebirge muß unbedingt der Einfluß des Schnees beachtet werden. Er ist an der ungleichen Vegetationsentwicklung wesentlich beteiligt. Liegt zu einer Jahreszeit, die bezüglich Tonkontrast sehr geeignet wäre, in den höheren Lagen noch viel Schnee, so sind die Photos für eine Interpretation nicht brauchbar.

Für die vergleichenden Untersuchungen standen ein Frühlings-Flug (Ende Mai), ein Sommer-Flug (Mitte Juli) und zwei Herbst-Flüge (Anfang und Mitte September) zur Verfügung, die allerdings den Nachteil haben, nicht aus demselben Jahr zu stammen und recht verschiedene Maßstäbe aufzuweisen (siehe S. 12). Namentlich der Sommer-Flug ist in seinem Maßstab viel zu klein, um endgültige Aussagen machen zu können. Immerhin läßt sich auch so erkennen, daß die Tondifferenzen im Sommer am geringsten sind und diese Jahreszeit weniger geeignet rescheint. Bilder 5, 10, 11, 12 zeigen den vorderen Talabschnitt zu verschiedenen Jahreszeiten.

2. Die Veränderungen innerhalb der einzelnen Formationen

A. Wald-Formation

Mit Ausnahme der Lärche verändern die Nadelbäume ihr Aussehen kaum. Die Lärche, als der hellste Baum, hebt sich zu Beginn der Blattentfaltung, wenn ihre Nadeln noch ein sehr leichtes Grün besitzen und im Herbst, wenn sie sich rötlich-gelb verfärbt haben, noch deutlicher von der Umgebung ab. Im Laufe des Sommers bekommt sie einen etwas dunkleren Ton, der sich aber nach wie vor klar von den anderen Arten abzeichnet.

B. Gebüsch-Formation

Unverändert übers ganze Jahr bleibt die Legföhre. Sie weist immer denselben dunklen Ton auf. Anders verhalten sich die Laubholzarten. Im Frühlings-Flug sind sie noch nicht im Besitz des vollen Blattkleides, die Entwicklung hat eben erst begonnen. Dadurch ist der Ton recht hell. Aber auch das Stereoskopische Aussehen ist verschieden. Die Laubholzgebüsche erscheinen viel kleiner, undeutlicher und sind gelegentlich sogar schwierig gegen die Zwergsträucher abzugrenzen. Dieser Umstand erlaubt eine saubere Ausscheidung der Legföhrenbestände. Durch den Sommer werden die Grautöne der Laubholzarten dunkler, ganz besonders der Grünerlen, infolge des sehr dichten Blattwerkes. Da die Grünerlenbestände auch im Habitus den Legföhrengebüschen ähneln, nimmt die Verwechslungsgefahr ständig zu. Im Herbst gehen die Töne der Laubholzarten wieder stärker auseinander. Besonders die Birke, die sich zuerst verfärbt, kann jetzt an ihrem hellen Ton bestimmt werden, während die Grünerle dunkel bleibt. Die Mischbestände bewegen sich dazwischen. Die Trennung zwischen Nadel- und Laubholzgebüschen ist also im Frühlings-Flug, die der Laubholzarten unter sich im Herbst-Flug möglich.

C. Zwergstrauch-Formation

Die Alpenrosen und der Zwergwacholder verändern sich wenig im Jahresverlauf. *Vaccinium* und *Calluna* dagegen sind im Frühling deutlich heller, womit eine Aufgliederung nach vorherrschenden

Arten zu dieser Jahreszeit besser erfolgen könnte. Gleichmaßen ist die Abgrenzung gegenüber den Rasenflächen vorteilhafter zu bewerkstelligen. Ton- und Stereodifferenzen sind ausgeprägter. Im Sommer werden die kleineren Zwergsträucher von den höher wachsenden Gräsern häufig beinahe verdeckt. Die Unterschiede sind jetzt geringer und die Unterscheidungsmöglichkeiten erschwert, oft sogar unmöglich. Der Vergleich der beiden Herbst-Aufnahmen ergibt, daß im späteren Zeitpunkt sich Zwergsträucher und Natürliche Wiesen schärfer voneinander abheben. Die Ursache dürfte darin liegen, daß die Wachstumsperiode des Rasens bereits abgeschlossen ist und die Verfärbung eingesetzt hat, was größere Tonunterschiede zufolge hat. Auch das Stereoskopische Aussehen der Zwergsträucher ist wieder deutlicher erkennbar. Ebenso sind die Grauton-Unterschiede innerhalb der Zwergstrauchbestände größer geworden.

D. Formation der Natürlichen Wiesen

Auch hier sind die Veränderungen wenig augenfällig. Gleichwohl wird mit zunehmendem Wachstum der Grauton vom Frühling gegen den Sommer hin dunkler. Die Verminderung der Kontraste erschwert die Abgrenzung gegen die Zwergsträucher im Sommer empfindlich. Später erfolgt wieder eine Aufhellung des Tons, sei es infolge des Abweidens der Gräser oder durch die eintretende Verfärbung, wie bereits im vorangehenden Abschnitt besprochen.

E. Formation der Wirtschaftswiesen

Es muß streng zwischen Fett- und Magerwiesen unterschieden werden:

Fettwiesen: Sie ergrünen im Frühling zuerst und sind in der Wachstumsentwicklung stets am weitesten voraus. In den Mai-Aufnahmen stechen sie daher mit einem satten, einheitlich dunklen Ton hervor. Obwohl sich erhebliche Verschiebungen zwischen Talanfang und Talhintergrund zeitigen (dort hat die Entwicklung erst eingesetzt, und der Ton ist noch unausgeglichen, aber bereits an vielen Stellen dunkel), ist dieser Zeitpunkt für die Abgrenzung der Fettwiesen der günstigste. Gegen den Sommer hin werden die Wiesen heller, da gewisse Pflanzen mit leuchtenden Blüten aspektbildend auftreten können und das Gras mit zunehmender Reife zu gelblich-bräunlichen Farbtönen neigt. Vom einsetzenden Heuet an können keine

allgemein gültigen Aussagen mehr gemacht werden. Da die Heuernte recht langsam vor sich geht, stark vom Wetter abhängig ist und ohne Unterbruch in den Emdet überleitet, bekommt jedes Wiesenstück sein eigenes Aussehen. Zwischen den Extremen der dunklen, hochstehenden Wiese (zu diesem Zeitpunkt ohne dominierende Blütenpflanzen) und der ganz hellen, frisch geschnittenen, oft durch Mähstreifen charakterisierten Fläche, gibt es alle Übergänge und Wachstumsstadien. Die Alp-fettwiesen weisen in den Herbst-Aufnahmen einen hellgrauen, ziemlich einheitlichen Ton auf. Diese Wiesen werden alle relativ spät geschnitten, und das Gras ist nur in beschränktem Maße nachgewachsen. Je nach Erntedatum und Nachweide treten auch hier kleinere Grauton-Differenzen auf.

Magerwiesen: Ihre Entwicklung hinkt gegenüber den Fettwiesen beträchtlich nach. Auch erreichen sie nie einen solch uniformen, dunklen Ton. Die Differenzen sind aber zu unsicher, um in Sommer- und Herbst-Aufnahmen als Unterscheidungsmerkmal dienen zu können. Nach Einsetzen der Heuernte gilt in bezug auf ihr Aussehen ähnliches, wie bei den Fettwiesen angeführt. Sie werden zwar stets nach diesen geschnitten, doch kann nie ein genauer Zeitpunkt des Beginns angegeben werden. In den September-Bildern weisen sie, analog den Alp-fettwiesen, einen hellgrauen Ton auf, weil sie ebenfalls spät und nur einmal geschnitten werden. Da sich aber auch innerhalb der Talfettwiesen solche mit sehr ähnlichem Ton befinden, kann zu diesem Zeitpunkt keine Gliederung vorgenommen werden. Hier müßte höchstens mit Hilfe der Lage einer Wiese gearbeitet werden, was aber nicht unbedingt zuverlässig ist. Für die Trennung von Fett- und Magerwiesen ist also ein Frühjahr-Flug notwendig, weitere Untersuchungen lassen sich dann wieder besser aufgrund von Herbst-Aufnahmen durchführen (Kap. V/2 a).

F. Formation der Vegetationsfreien Flächen und

G. Formation der Gärten

Hier ergeben sich keine Änderungen, die bei der Interpretation ins Gewicht fallen würden. Beachtung muß einzig der Witterung unmittelbar vor dem Flug geschenkt werden. Sollte der Boden zur Zeit der Aufnahme noch feucht sein, so kann er relativ dunkel abgebildet werden, was Anlaß zu Verwechslungen sein könnte.

3. Die günstigsten Jahreszeiten für die Interpretation

Für das Hochgebirge sind in der Literatur zu diesem Problem sehr wenige Angaben zu finden. Baumann (4, S. 47) empfiehlt für forstliche Zwecke die Zeit des höchsten Sonnenstandes, zu Beginn des Sommers, möglichst mit Infrarot. Der Zeitpunkt muß aufgrund der morphologischen Verhältnisse so gewählt werden (Schatten). Leider aber ist es genau die Jahreszeit, welche die geringsten Tonkontraste aufweist.

Von drei Seiten her ergeben sich einschränkende Faktoren:

1. Von der Höhe des Sonnenstandes, die den Umfang der Bergschatten bewirkt (S. 36).
Aus dieser Perspektive kommt nur die Zeit des höchsten Sonnenstandes in Frage.
2. Vom Entwicklungsstand der Vegetation, der die Grautondifferenzen im Luftbild bestimmt.
Hier ist der Frühling (Ende Mai/Anfang Juni) die günstigste Jahreszeit, in geringerem Maße noch der Herbst (zweite Septemberhälfte).
3. Von der Schneebedeckung und dem Ausaperungstermin. Beste Zeit ist in diesem Fall der Spätsommer.

Daraus läßt sich schnell ableiten, daß es für das Hochgebirge keinen »idealen« Zeitpunkt für die Befliegung gibt. Die einzelnen günstigen Daten decken sich nicht. Folglich muß untersucht werden, welcher Faktor am ehesten vernachlässigt werden kann oder eine zeitliche Verschiebung zuläßt, ohne größere Nachteile in Kauf nehmen zu müssen. Dies wird vornehmlich wieder von der zu lösenden praktischen Aufgabe abhängen. Für Vegetationsuntersuchungen muß der Faktor »Schnee« ganz besonders beachtet werden, da er die besten Flugzeiten erheblich verkürzt. Solange noch größere Flächen schneebedeckt sind, kann an eine Aufnahme nicht gedacht werden. In der Höhenlage unseres Arbeitsgebietes wird sich aber die Ausaperung bis weit in den Sommer hinein verzögern. Im Herbst umgekehrt kann schon früh Schnee fallen, der in den höheren Regionen nicht mehr wegschmilzt. Selbst im Sommer kann es gelegentlich einmal schneien, aber diese Schneedecke ist nach ein bis zwei Tagen regelmäßig wieder verschwunden.

Es wird darum kaum möglich sein, zur Zeit der besten Grauton-Abstufungen fliegen zu können,

obwohl dies vom Standpunkt der Interpretation aus gefordert werden müßte. Hier wäre der *Frühling (Anfang Juni)* mit den dunklen Fettwiesen, den großen Kontrasten zwischen Zwergsträuchern und Natürlichen Wiesen, Legföhren- und Laubholzgebüsch und mit den hellen Lärchen besonders geeignet. Auch die Sonne wäre zu diesem Zeitpunkt dem Höchststand schon recht nahe. Allein, noch liegt an allzu vielen Stellen Altschnee. Bild 10 vermag davon einen Eindruck zu vermitteln.

Somit bleibt als relativ beste Möglichkeit der *Frühherbst (Anfang September)*. Die Gefahr, daß zu dieser Zeit schon Schnee liegt, ist sehr gering. Die Grauton-Kontraste sind besser als im Sommer. Die Bergschatten können noch in erträglichem Rahmen gehalten werden, wenn strikte über die Mittagszeit geflogen wird, wobei, je nach Streichrichtung der Bergketten, die Aufnahmezeit etwas vor- oder nachverlegt werden soll (S. 36).

Falls nur ein Flug für allgemeine Untersuchungen gemacht werden kann, eignet sich unbedingt die *erste September-Woche* am besten. Ein Frühjahrs-Flug wäre allerdings immer eine vorteilhafte Ergänzung. In diesem Falle würde einer stellenweisen

Schneebedeckung keine große Bedeutung mehr zukommen, auch ließe sich der Herbst-Flug noch etwas hinausschieben.

Werden einzelne Teilgebiete bearbeitet, so empfehlen sich folgende Daten für die Befliegung:

Für Untersuchungen der Wirtschafts-Wiesen und des Waldes, also vornehmlich der unteren Regionen: *Erste Juni-Woche* (bei stark verzögerter Ausaperung müßte eine entsprechende Späterlegung erfolgen).

Für Untersuchungen der Alpweiden, also vornehmlich der höheren Lagen: *Letzte August-Woche* (Sonnenstand und Gefahr von Schneefall bedingen diese Vorverlegung).

Die günstigsten Flugzeiten im Hochgebirge sind sehr beschränkt. Dazu kommen noch Schwierigkeiten, resultierend aus der Witterung. Wolkenlose Tage im Sommerhalbjahr sind nicht häufig. Es ist darum ratsam, Bildflüge immer sorgfältig zu planen, genaue Informationen über den phänologischen Zustand und die Schneebedeckung einzuholen, sowie der Aufnahmezeit und der Flugrichtung volle Aufmerksamkeit zu schenken, wenn das Resultat befriedigen soll.

V. Die alpine Wirtschaft im Luftbild

1. Allgemeines

Die Pflanzendecke unserer Breiten ist stets mehr oder weniger durch den Menschen beeinflusst. Bei Vegetationsuntersuchungen wird man darum immer wieder auf Spuren der menschlichen Wirtschaftsweisen stoßen. Ungereimtheiten im natürlichen Aufbau der Vegetation (z. B. Natürliche Wiese zwischen Wald- und Zwergstrauchformation) können nur durch anthropogene Eingriffe erklärt werden. Will man darum die räumliche Verbreitung und Anordnung der Vegetation in einem Gebiet richtig verstehen, so müssen die wirtschaftlichen Verhältnisse gebührend berücksichtigt werden. Ihre Darstellung gehört unbedingt mit zur geographischen Vegetationserfassung.

Vegetationsformationen können durch den Menschen stellenweise oder gesamthaft verändert oder gar durch neue ersetzt werden. Diese besonderen Formen und Merkmale lassen sich weitgehend auch dem Luftbild entnehmen. Die Untersuchung ihrer Abbildungsweisen und Erkennungsmöglichkeiten, mit Angaben über Vorkommen und Verbreitung, ist Inhalt dieses Kapitels. Manches wurde bereits im Kap. III, Vegetation, gestreift, soll hier aber nochmals systematisch dargestellt werden. Eine erste Gliederung wird nach Land- und Forstwirtschaft vorgenommen. Letztere bezieht sich zumeist auf die Wald- und Gebüschformation, erstere auf sämtliche übrigen, ausgenommen teilweise diejenige der Vegetationsfreien Flächen. Eine scharfe Trennung ist selbstverständlich weder beabsichtigt noch durchführbar. Die beiden Wirtschaftsformen überschneiden sich immer wieder, oder ihre Interessenbereiche stoßen gelegentlich hart aneinander. So ist das Problem der Verteilung von Wald- und Weideflächen ein altes und lang umstrittenes, auf das die heutige, völlig unnatürliche Waldgrenze zurückzuführen ist.

Primär erfolgt im Luftbild die Erfassung des gegenwärtigen Zustandes, anhand aller sichtbaren Zeichen der Bewirtschaftung im Vegetationsaufbau

und der besonderen Formen, die dadurch hervorgerufen wurden. Die Beurteilung des Wegnetzes, der Gebäude und zahlreicher weiterer Elemente vertieft das Bild über die heutige Situation und die funktionalen Zusammenhänge.

Hinzu kommen rezente Veränderungen im Landschaftsbild, mit denen Entwicklungstendenzen, Wechsel in der Nutzungsweise etc. aufgezeigt werden können. Auf diesem Wege entsteht ein aufschlußreiches Bild über die Natur, die wirtschaftliche Struktur und die Organisation einer Hochgebirgslandschaft im Bereich der Waldgrenze. Eine Auswertung in dieser Hinsicht kann für viele praktische Zwecke von Bedeutung sein und als Grundlagenmaterial für die Planung, für zukünftige Maßnahmen und bessere Bewirtschaftungsweisen dienen, wie bei:

1. Ausscheidung einzelner Nutzungszonen, insbesondere von Wald und Weide.
2. Alpsanierungen, Wegbau, Neuanlagen von Alpgebäuden, Verbesserungen der Weideflächen etc.
3. Schutz von Gebieten mit natürlichem Jungwuchs vor Weidgang.
4. Lawinen- und Wildbachverbauungen, Erosionsgefahr etc.
5. Aufforstungen.
6. Übersicht über Naturkatastrophen und Planung der Hilfsmaßnahmen etc.

2. Die Landwirtschaft

a) Wiesen

Die intensivste Bewirtschaftung und damit kräftigste Umgestaltung der natürlichen Vegetation erfolgte in den Wiesen-Formationen. Die Wirtschafts-Wiesen sind das ausschließliche Werk des

Menschen. Eine Gliederung vorzunehmen ist nicht einfach, weil, durch das wechselvolle Eingreifen des Menschen, sehr viele Typen und Übergangsformen entstanden sind. Ebenso finden sich verschiedene Mischformen zwischen Wiesen und Weiden, z. B. Wiesen, die geschnitten und beweidet und solche, die früher geschnitten und heute nur noch geätzt werden. Je nach Zeitpunkt der Aufgabe der Mahd bekommt die Wiese ein anderes Gesicht. Erfolgte sie erst vor kurzem, so besteht noch der Charakter einer Mähwiese. Wurde die Wiese schon längere Zeit nicht mehr geschnitten, so nimmt sie immer stärker das Aussehen einer Weide an.

Für die Definition einer Wiese halten wir uns an Schmithüsen (105, S. 116): »Als Wiese im weitesten Sinne bezeichnet man geschlossene Rasen von zumeist . . . krautigen Pflanzen mit einem in der Regel hohen Anteil an rasenbildenden weichen Gräsern oder grasartigen Pflanzen. Zum größten Teil sind die Wiesen Wirtschaftsgrünland und als solche unter dem Einfluß des Menschen entstanden oder zumindest von ihm in der Zusammensetzung stark mitbestimmt und durch dauernde starke Eingriffe (Mahd, Beweidung, Düngung) in ihrem gegenwärtigen Zustand erhalten.«

Eine weitere Aufgliederung wird hier nach wirtschaftlich-physiognomischen Gesichtspunkten angestrebt.

Im folgenden wird nur noch auf die eigentlichen Wirtschafts-Wiesen eingegangen, da die Natür-

lichen Wiesen bereits eingehend besprochen wurden (Kap. III/6 c), mit Ausnahme der kleinen Abschnitte, die gemäht werden (Mähder). Unter Wirtschafts-Wiesen werden Flächen verstanden, die alle einmal geschnitten wurden und, wenn auch heute beweidet, sich durch ihren regelmäßigen Habitus und scharfe Grenzlinien auszeichnen. In der Regel sind sie von einem Mäuerchen umgeben oder eingezäunt. Umgekehrt wurden alle Areale zu den Natürlichen Wiesen geschlagen, die nicht zu den Fettwiesen gehören, schon länger nicht mehr gemäht wurden, ein uneinheitliches Aussehen (z. B. infolge Wiederbewachsens mit einzelnen Zwergsträuchern), fließende Grenzen, keine Zäune und nur noch stellenweise im Zerfall begriffene Mäuerchen aufweisen. Ebenso wurden alle mit Rasen bestandenen Flächen der subalpinen Stufe, die nie geschnitten wurden (Wegränder, Waldlichtungen, Schneisen, Viehtriebe etc.) den Natürlichen Wiesen zugeordnet. Wir sind uns bewußt, hier nicht immer richtig vorgegangen zu sein, doch läßt sich eine saubere Trennung kaum je durchführen.

Wie weit und unter welchen Voraussetzungen lassen sich nun diese einzelnen Wiesentypen im Luftbild erkennen und unterscheiden?

Wirtschafts-Wiesen, Fett- und Magerwiesen: Darauf wurde bereits auf S. 61 eingegangen; wenn ein Herbst- und ein Frühlings-Flug zur Verfügung stehen, kann die Ausscheidung sicher vorgenommen werden.

Formation	Nutzung	Typ	
<i>Natürliche Wiesen</i>			
(Mähder und Alpweiden der alpinen Stufe; in der subalpinen Stufe auf kleine Flächen beschränkt).	geschnitten (nur alle 2 Jahre) beweidet	Mähder Alpweide	
<i>Wirtschafts-Wiesen</i>			
(der subalpinen Stufe)	geschnitten	Fettwiese s. str.	Talfettwiese (jährlich 2 Schnitte)
Fettwiese s. l. (intensiv genutzt, stark beeinflusst)	beweidet	Fettweide	Alpfettwiese (jährlich 1 Schnitt)
Magerwiese s. l. (auch Halbfettwiesen, aufgegebene Fettwiesen etc.) (weniger stark beeinflusst)	geschnitten beweidet	Magerwiese s. str.	

Fettweide: Ist das Areal der Fettwiesen im Frühlings-Flug festgelegt, so erfolgt die Frage: geschnitten oder beweidet. In Herbst-Aufnahmen läßt sie sich leicht beantworten. Die Fettweide kann anhand der charakteristisch »tupfigen« Textur (als Folge der ungleichmäßigen Atzung) bestimmt werden (Bild 13). Diese Textur wird um so augenfälliger, je länger der Wechsel von Mahd zu Weide zurückliegt. Gemähte Wiesen behalten ein glattes, einheitliches Aussehen, nach der Ernte sind immer Mähstreifen zu sehen.

Gleiche Unterscheidungsmerkmale gelten auch für geschnittene und beweidete *Magerwiesen*.

Talfettwiesen – Alpftettwiesen: Vorausgesetzt werden Kenntnis über Umfang des Areals der Fettwiesen und innerhalb dieser der geschnittenen Flächen, wie im vorangehenden Abschnitt besprochen. Die beiden Typen unterscheiden sich dadurch, daß die Talfettwiesen jährlich zweimal genutzt und regelmäßig gedüngt, während die Alpftettwiesen nur einmal geschnitten und nur alle zwei bis drei Jahre gedüngt werden (je nach Menge Mist, die anfällt). Eine relativ späte Herbst-Aufnahme zeigt uns nun die Wiesen, die erst kürzlich geschnitten wurden, in hellem Farbton und evtl. mit Mähstreifen, Heuschochen, Heinzen etc. Die weiteren Unterscheidungsmerkmale sind in den Schlüsselstereogrammen XIII–XIV beschrieben. Allerdings empfiehlt sich für eine einwandfreie Ausscheidung ein etwas späteres Datum (zweite Septemberhälfte). Innerhalb des Fettwiesen-Komplexes werden nicht alle Flächen zweimal geschnitten, sondern nur die günstigsten, die in der Talsohle und der Nähe der Talgüter gelegenen Teile. Leider aber schwankt der Umfang dieser Talfettwiesen jährlich, je nach Witterung, so daß hier beim Kartieren Schwierigkeiten auftreten können. Auch sehr spät geerntete Alpftettwiesen können Anlaß zu Verwechslungen bieten. Nur Aufnahmen kurz vor Beginn des winterlichen Schneefalls werden eine einwandfreie Abklärung ermöglichen.

Mähder: Es sind Magerwiesen über der Waldgrenze, die niemals gedüngt und nur alle zwei (evtl. drei) Jahre gemäht werden. Es sind die sogenannten »Heuberge«, die oft aus Natürlichen Wiesen entstanden sind und in ihrer Zusammensetzung, dank der relativ schwachen Nutzung, nicht wesentlich beeinflusst wurden. Jedes Jahr wird nur die Hälfte des Areals geschnitten, meistens ein hangabwärtslaufender Streifen. So entsteht ein charakteristisches Muster, hell die ge-

schnittenen, dunkel die stehenden Teile, was im Luftbild schön zur Geltung kommt (Bild 8). Allerdings muß die Aufnahme nach der Ernte gemacht worden sein, also wiederum spät im Jahr (September). Im Dischma finden sich keine eigentlichen Mähder mehr. Früher waren sie jedoch recht verbreitet (Kap. VII/5), was noch viele Flurnamen bezeugen. Am bekanntesten in der Landschaft Davos sind die Heuberge von Parsenn-Mähder über Laret.

b) Weiden

Es sind verschiedene Arten von Weide zu unterscheiden:

1. Atzung von Mähwiesen, in Form der Nachweide (Spätherbst) oder als alleinige Nutzung nach Aufgabe der Mahd. Diese Typen wurden bereits im letzten Abschnitt erläutert.
2. Offene Weide: Praktisch alle nutzbaren Flächen, die nicht gemäht werden oder als Garten Verwendung finden, sind zur Weide zu zählen. Dies betrifft insbesondere die Formationen der Zwergsträucher und Natürlichen Wiesen. Die Weide ist unparzelliert und von sehr unruhiger Oberfläche und Aussehen, verursacht durch die ungleichmäßige Beimischung der Zwergsträucher und des Rasens, durch das Eingestreutsein von anstehendem Fels, Felsblöcken aller Größenordnung, von Bäumen und Baumkrüppeln (besonders der charakteristischen Verbißformen, spez. der Fichte, der »Geissentannli«) etc. Auffälliges Merkmal sind die Kultureien, die sich besonders an steileren Hängen ausbilden. Wiesen und Gärten sind stets mit festen Holzzäunen oder Mäuerchen gegen das weidende Vieh geschützt. Eigentliche Viehtriebe führen durch die Wiesen von der Straße oder den Ställen gegen die Weide (Bilder 1, 13).
3. Waldweide: Auch die Wald-Formation wird landwirtschaftlich genutzt. Dies kann im Luftbild nicht mehr direkt (oder nur noch an ganz vereinzelter Stellen) eruiert werden. Indirekte Hinweise ergeben sich aus Viehwegen, die von Ställen weg zwischen Mäuerchen und Zäunen hindurch zum Wald führen (Bild 1). Gelegentlich ist das Kronendach des Waldes auch so licht, daß größere Partien des Bodens überblickt werden können, wobei Kultureien und andere Merkmale Anhaltspunkte für die Beweidung geben. Die Waldweide ist in der Landschaft Davos leider noch weit verbreitet. Ihre Auswirkungen

auf das Wachstum des Waldes sind ungünstig, und andererseits ist der Nutzwert als Weide gering. Es ist hingegen nicht einfach, eine Regelung für die Trennung von Wald und Weide zu finden, da das Nutzungsrecht innerhalb einer Parzelle oft nicht derselben Person gehört.

Der Anteil der wirklich nutzbaren Fläche einer Weide, also der Anteil (Oberfläche, Dichte) der Gräser und Kräuter, kann im Luftbild wohl nicht exakt, jedoch annähernd bestimmt werden. Auf diesem Wege ließen sich schnell wertvolle Resultate für die Weidewirtschaft gewinnen. Ihre Genauigkeit ließe sich noch durch Feldaufnahme einzelner Probeflächen und Berechnung des Futterertrages steigern.

Im Zusammenhang mit der Weidewirtschaft sei noch auf einige Besonderheiten hingewiesen.

Läger: »Es sind ebene Plätze um die Sennhütte herum oder auf offener Weide, wo durch regelmäßiges Zusammenkommen und Lagern des Viehs der Boden überdüngt ist und eine hochstenglige, vom Vieh verschmähte Unkrautflora nährt« (Schröter, 109, S. 17).

Gutausgebildete Vorkommen sind selten geworden. Wohl siedeln sich um jeden Alpstall nitrophile Unkräuter (vor allem *Rumex alpinus*) an, doch wird heute viel mehr für eine bessere Verteilung des anfallenden Düngers gesorgt. Immerhin lassen sich in unserem Gebiet zwei sehr schöne Beispiele geben. In Bild 5 finden wir, rund um die kleine Schutzhütte auf Stillberg, besonders hangabwärts, eine ausgesprochene Lägerflora, die sich durch ihre sehr dunkle Tönung auszeichnet, sich aber mit ihrer feineren Oberflächenstruktur deutlich von den Zwergsträuchern abhebt. Um sie legt sich ein Kreis mit Rasen, ungefähr soweit die Verflachung reicht. Dann erst setzen die Zwergsträucher, speziell die Alpenrosen, ein. Oberhalb der Alpgebäude im Rüedistäli liegt ein durch ein Mäuerchen abgegrenzter Lägerplatz. Er unterscheidet sich jedoch im Ton kaum mehr von der Umgebung. Daraus läßt sich schließen, daß er schon länger nicht mehr im Gebrauch ist. Dies ist leicht verständlich, da die Alp heute nur noch von Jungvieh bestoßen wird und somit keine Melkplätze mehr benötigt werden.

Schwenden: Zur Verbesserung der Weide wird heute noch häufig geschwendet, d. h. die Zwergsträucher werden verbrannt, um Platz für Gräser und Kräuter zu schaffen. Allerdings wird diese Praxis sehr unsystematisch betrieben, in der Regel

von den Hüterbuben. Betrachtet man im Luftbild den Zwergstrauchgürtel, so stößt man immer wieder auf hellere Flächen von völlig unregelmäßiger Gestalt und Ausdehnung. Anfänglich bereitete es erhebliche Mühe, diese Formen in den allgemeinen Vegetationsaufbau einzuordnen, bis sie durch den Vorgang des Schwendens ihre Erklärung fanden. Es sind die vor einiger Zeit abgebrannten Flächen, auf denen jetzt vor allem die großen Zwergsträucher, wie Alpenrosen und Zwergwacholder, fehlen. Daher haben sie auch eine hellere Tönung, die mit zunehmendem Alter wieder nachdunkelt.

Zuerst wachsen *Calluna* und *Vaccinium* nach (diese sehr rasch, so daß der eigentliche Nutzeffekt gering ist), später die weiteren Zwergsträucher. Mit Hilfe des Grautons kann also eine relative Alterschronologie dieser Brandflächen aufgestellt werden, nicht aber eine absolute. Bilder 2, 3 zeigen einige Beispiele. Solche Stellen sind sichere Merkmale für intensive Beweidung. Damit erklärt sich auch das Fehlen der Zwergwacholderbestände über weite Strecken des rechten Talhanges (S. 60).

Lesesteinhaufen: Ein weiteres Kennzeichen für Weideverbesserung sind die Lesesteinhaufen. Hier wurde ebenfalls eine Vergrößerung der Weidefläche angestrebt. Wir finden an verschiedenen Stellen im Tal solche Anzeichen, die schönsten auf der Stillbergalp (Bild 5).

c) Vernässungen und Entwässerungssysteme

Eine ganz andere Beurteilung der Wiesen und Weiden kann vom Gesichtspunkt der Bodenfeuchtigkeit her vorgenommen werden. Hierzu liefert das Luftbild viele indirekte Hinweise, die aus der Exposition, dem Untergrund und der Vegetation geschlossen werden können. Direkt im Luftbild zu erkennen sind nur feuchte oder versumpfte Stellen. Sie zeichnen sich durch einen dunkleren Ton mit einer charakteristisch faserigen bis schlierenartigen Textur aus (Bild 13). Diese Vernässungszonen sind im Dischma häufig, vor allem in den Verflachungen der Alpweiden und entlang dem Hangfuß. Man ist immer wieder erstaunt, wenn man über eine Wiese schreitet, wie feucht der Boden ist (und dies trotz der rel. geringen Niederschlagsmenge). Mit Hilfe zahlreicher Entwässerungssysteme versucht der Mensch, das überschüssige Wasser abzuleiten. Die einzelnen Gräben, obwohl in Wirklichkeit sehr schmal (20–40 cm) sind im Luftbild deutlich zu erkennen, als gradlinige, schwarze Striche (Bilder XIII/XIV, 13). Aus diesem Grunde werden

die Vernässungszonen auch hier im Kapitel »Wirtschaft«, zusammen mit den Entwässerungssystemen, besprochen.

Anhand dieser Merkmale ist eine einwandfreie Ausscheidung der vernästen und versumpften Gebiete möglich. Daraus ergeben sich wiederum wertvolle Hinweise auf die an diesen Standorten wachsende Vegetation, auf die Art der Bewirtschaftung und auf die Verbesserungsmöglichkeiten. Die Vernässungszonen und Entwässerungssysteme sind in Karte 10 dargestellt.

Bewässerungssysteme sind in unserem Gebiet nicht vorhanden, mit Ausnahme einer nicht mehr in Funktion befindlichen Anlage, am linken unteren Talhang, gegenüber »Hof«. Die Gräben sind schon weitgehend zugeschüttet und nur noch schwach zu erkennen. Sie sind im Luftbild fast nicht mehr sichtbar¹⁾. Immerhin dürfte es dank des verschiedenartigen Aufbaus leicht sein, Bewässerungs- von Entwässerungssystemen zu unterscheiden. Letztere sammeln die einzelnen Gräben gegen unten und haben einen direkten Abfluß, während erstere gegen unten divergieren und in der Regel blind enden.

d) Gebäude

Die wichtigsten Haustypen lassen sich im Luftbild unterscheiden, durch genaue Untersuchung ihrer Form, Größe, Lage, Zufahrtswege, umliegendes Wirtschaftsareal etc. Solange eine Übereinstimmung zwischen formalem Aussehen und Funktion besteht, ist die Interpretation zuverlässig. Hat aber ein Funktionswechsel stattgefunden (z. B. von einem Bauernhaus in ein Ferienhaus), so ist die Gefahr von Fehlschlüssen groß.

Dorfsiedlungen: Es finden sich keine im Dischma, wohl aber im Haupttal, Davos Platz und Dorf. Auf die verschiedenen Aspekte einzelner Bauten und Anlagen eines Kurortes im Luftbild soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Dies bleibt einer eigenen Studie vorbehalten. Die Beeinflussung und Umgestaltung der Landschaft durch die Fremdenindustrie beschränkt sich weitgehend auf das Haupttal. Im Dischma finden wir nach wie vor eine reine alpine Agrarlandschaft, was jedoch bereits in Änderung begriffen ist. Die rastlose Bautätigkeit hat im Sommer 1962 auch die vordersten Teile des Tales erfaßt.

Die wichtigsten Gebäudetypen und ihre Merkmale sind (vergleiche dazu Bilder 1–4):

Einzelhof (Talgut): Ein Wohn- mit ein bis zwei Ökonomiegebäuden, nahe beieinanderstehend, meist gewinkelt aneinandergebaut oder gestaffelt hintereinander. Wichtig ist der Kamin auf dem Dach des Wohnhauses, der talwärts gerichtete Giebel, die Lage am Sonnenhang oder in Südexposition und eine gute Zufahrt.

Wohn- oder Ferienhäuser: Gegenüber dem Einzelhof unterscheiden sie sich nur durch das Fehlen der Wirtschaftsgebäude. Wir finden diesen Typ vor allem im engeren Einflußbereich der Hauptsiedlungen, also auf dem Schuttkegel des Dischmabaches.

Außenställe (»Uslohställe«): Es sind einzelstehende Gebäude, ohne Kamin, in der Nähe der Wies-Weidegrenze gelegen, abseits der Wohnhäuser, auch auf der Schattseite. Sie haben zumeist Doppelfunktion: Unten der Stall, oben das Tenn mit dem Heustock. Von da aus wird das Vieh in den Wald getrieben, was an den Viehtrieben, Weidetexturen etc. ersichtlich ist. Die Form ist uneinheitlich, aber nie sehr groß, mit einem, wenn manchmal auch schlecht sichtbaren, zuführenden Weglein.

Heustafel (»Madställi«): Es sind kleine Blockbauten, inmitten der Wiesen gelegen (meist in den Magerwiesen), ohne sichtbaren Zugang, mit talwärts gerichtetem Giebel. Sie dienen der Heuaufbewahrung.

Alpgebäude: Meistens finden wir eine Gruppe von Gebäuden, zumindest Alphütte und Stall. Erstere ist ein mehr oder weniger quadratischer, kleiner Blockbau mit Kamin und Giebelfront gegen das Tal. Dazu kommt der Stall von variabler, aber stets größerer Form. Häufig sind mehrere Alphütten und Ställe zu einem kleinen Alpdörfchen vereinigt (Gadmen, Am Rhin). In der Nähe der Alpgebäude befinden sich immer Alpfttwiesen, auch wenn sie nur auf sehr kleine, ummauerte Flächen beschränkt sind (Stillbergalp). Die Alp hat stets einen Zufahrtsweg, der allerdings nicht überall befahren werden kann. Häufig ist auch der große Brunnen sichtbar.

Besteht eine Alp aus mehreren Betriebsstufen, so sind die oberen Stufen weniger gut ausgebaut. Unter Umständen finden wir nur noch eine Schutzhütte, die Fettwiesen können fehlen. Der zuführende Weg ist aber stets vorhanden.

¹⁾ Unter Berücksichtigung des günstigsten Sonneneinfalls (flache Morgensonne) dürfte es allerdings möglich sein, das System im Luftbild deutlich in Erscheinung treten zu lassen.

Spezielle Gebäude: Es wird immer wieder Gebäude geben, die sich in keine Kategorie einordnen lassen. Gelegentlich kann an ihrem Aussehen oder zusätzlichen Elementen auf die Funktion geschlossen werden; z. B. Sägerei (Bild XVI) anhand der umliegenden Holzstapel, Hotel oder Sanatorium (Bild XIII) an der Form, Größe und den vielen Balkonen. Ist eine Identifikation nicht möglich, so muß eine zielgerichtete Feldarbeit einsetzen.

e) Wegnetz

Sofern sie nicht unter einem dichten Kronendach im Walde verlaufen, sind die Wege im Luftbild ohne weiteres zu erkennen. Ihr Zustand und ihre Befahrungsmöglichkeit lassen sich in der Stereoaufnahme gut abschätzen. Man beachte dabei aber immer den Bildmaßstab. Das Studium des Wegnetzes ist sehr aufschlußreich für das Verständnis der gegenwärtigen Situation in der Alpwirtschaft, für den Stand der Mechanisierung und die zukünftigen Möglichkeiten. Miteingeschlossen werden müssen hier allfällige Transportbahnen etc. Da diese Dinge im Luftbild derart klar liegen, erübrigt sich ein weiteres Eingehen. Es sei nur noch kurz darauf hingewiesen, wie schnell sich die Verhältnisse in einem Gebiet ändern können. Bilder 5 und 10 zeigen das Versuchsgelände der EAFV vor und nach der Erschließung.

f) Mäuerchen und Zäune

Sie haben verschiedene Funktionen:

1. Schutz: Ihre Hauptaufgabe ist der Schutz der Mähwiesen, Gärten etc. vor dem weidenden Vieh.
2. Abgrenzung: Daneben markieren sie stets die Grenze einer Wirtschaftseinheit, die zumeist auch mit einer Besitzgrenze zusammenfällt.
3. Schutz für das weidende Vieh: Hier liegt die Aufgabe wieder ganz anders. Sie umschließen Läger und verhindern das Weglaufen des Viehs während der Nacht, oder sie verlaufen entlang der Kante über steilen Felswänden und verhüten, daß das Vieh in Gefahr kommt abzustürzen.

Das Erkennen von Mäuerchen bereitet keine Mühe, ebenso wenig das Interpretieren ihrer Funktion. Schwieriger steht es mit den Holzzäunen, die nur identifiziert werden können, wenn sie solide genug konstruiert wurden. Heute wird es allgemein üblich, elektrische Zäune zu verwenden. Sie sind

sehr praktisch, haben aber für die Luftbildinterpretation den Nachteil, nur noch in sehr großem Maßstab abgebildet zu werden. Besonders aufschlußreich sind funktionslose Mäuerchen, auf die in Kap. VII eingegangen wird.

g) Betriebsstufen der Alpwirtschaft

Mit Hilfe aller bisher besprochenen Elemente können nun die einzelnen Betriebsstufen der alpinen Landwirtschaft auseinander gehalten werden. Sie sollte immer in ihrer Gesamtheit betrachtet und untersucht werden, d. h. Talgüter und Alpen mit allen dazwischen geschalteten Einheiten zusammen. Die Abgrenzung der einzelnen Stufen kann im Luftbild gelegentlich eindeutig vorgenommen werden, wenn sie durch Mäuerchen, Gräben, Zäune etc. scharf getrennt sind. Im Dischma ist dies nicht der Fall, die Grenze verläuft größtenteils im Wald, kann aber immerhin annähernd festgelegt werden, wenn man beachtet, daß der Wald in der Regel von unten her, von den Heimgütern und Außenställen aus, beweidet wird. Allerdings beginnen die Alpen gelegentlich bereits innerhalb des Waldes (Luckschalp etc.). Das Dischma stellt in bezug auf die alpwirtschaftliche Organisation einen Sonderfall dar. Es hat nur einen zweistufigen Betrieb (S. 18), der einerseits hintereinander in der Talsohle, andererseits übereinander an den Hängen angeordnet ist. Selbst wenn es nicht möglich ist, eine Gliederung mit scharfer Grenzziehung vorzunehmen (was auch im Felde kaum gelingen dürfte), so kann doch die grundlegende wirtschaftliche Struktur im Luftbild klar ermittelt werden.

Hingegen fällt es schwer, weitere funktionale Einheiten im Luftbild auszuscheiden. Die Besitzverhältnisse sind derart vielgestaltig und verschlungen, daß die Zuordnung einzelner Wirtschaftseinheiten zu bestimmten Höfen nicht vorgenommen werden darf. Das Wirtschaftsareal eines Betriebes läßt sich nicht fassen, die Höfe sind nicht arronziert. Selbst die Abgrenzung einzelner Alpareale nach Besitzern ist nicht möglich. Dem Luftbild sind hier bestimmte Grenzen gesetzt.

h) Anmerkungen

Je intensiver der Mensch ins Landschaftsgefüge eingreift und dieses nach seinem Gutdünken gestaltet, desto größere Schwierigkeiten ergeben sich

bei Luftbilduntersuchungen. Die natürliche Ordnung wird gestört, Zusammenhänge verwischt, die Interpretation nach ökologischen Gesichtspunkten weitgehend eingeschränkt. Neue Gesetzmäßigkeiten, beruhend auf der Art der Bewirtschaftung, lassen sich dagegen nur schwer aufstellen. Diese wechselt nach den Ansichten und Möglichkeiten der verschiedenen Bauern, woraus ein viel bunteres Mosaik in der Vegetationsdecke resultiert. Grenzen werden verschoben und verdeckt, Areale einmal so, dann wieder anders genutzt, je nach Kapital, Arbeitskräften, Wetter, Marktsituation etc. Es entstehen viele Misch- und Übergangsformen, die zu interpretieren oft Mühe bereitet.

3. Die Waldwirtschaft

a) Allgemeines

Die Wald- und Gebüschformation sollen hier nicht eigentlich nach Gesichtspunkten der forstlichen Luftbildinterpretation betrachtet werden, wie dies in Kap. I/1 b dargelegt wurde. Diese Untersuchungen werden teilweise von der EAFV für das Dischma durchgeführt (71). Vielmehr sollen Aspekte von allgemeinem waldbaulichen und landschaftskundlichen Interesse zu erfassen gesucht werden, die ein Bild über den Zustand, die Wirtschaftsweisen, die Veränderungen und Entwicklungstendenzen des Waldes zu vermitteln und die Vegetationskartierung sinnvoll zu ergänzen vermögen. Dabei lassen sich gelegentlich natürliche und wirtschaftliche Vorgänge nicht voneinander trennen, oder sie beeinflussen sich gegenseitig, weswegen sie hier gemeinsam behandelt werden.

Folgendes erscheint für unser Gebiet von Wichtigkeit:

1. Eingriffe in den Wald:
 - a) Natur: Windwurf, Lawinen, Felsstürze
 - b) Mensch: Hiebe, Kahlschläge, Waldbrände etc.
2. Verbesserungen des Waldzustandes:
 - a) Natur: Jungwuchs – Jungwald
 - b) Mensch: Aufforstungen, Schutzbauten
3. Waldweide: Siehe Kap. V/2 b
4. Schutzwald, Verbauungen
5. Waldgrenze

b) Naturkatastrophen

Liegende Bäume: Siehe Bild I, 7 und Karte 10. Liegende Baumstämme sind im Luftbild leicht erkennbar als lange, schmale Striche mit davon ausgehendem Astwerk, dessen Ton, Form und Dichte Aufschluß über die Art geben können. Meistens treten diese liegenden Bäume vergesellschaftet auf. Als Ursache des Umsturzes kommen Wind oder Lawinen in Betracht. Liegendes Holz ist jeweils nur kurzfristig sichtbar (höchstens einen Sommer), da es baldmöglichst zu Tale gebracht und verwertet wird. Eine Kartierung hat somit etwas Zufälliges an sich. Von Wichtigkeit aber wird sie nach einer Naturkatastrophe (Sturmweather, Lawinenwinter), um ein Ausmaß über die Schäden, die ersten Hilfsmaßnahmen etc. zu erhalten. Dies setzt allerdings einen Spezialflug kurz nach der Katastrophe voraus. Es wird sogar möglich sein, die Zahl der gestürzten Bäume zu bestimmen, entweder genau durch gesamthaftes Auszählen oder annähernd durch Bestimmung von Probeflächen.

Die in Karte 10 gegebenen Eintragungen beziehen sich auf den September-Flug 1956. Die Vorkommen liegen alle auf der rechten Talseite und dürften vorwiegend auf Windwurf zurückzuführen sein.

Lawinen, Felsstürze: Der Gebirgswald ist stets durch Lawinen und niederstürzende Felsblöcke gefährdet. Lawinnenniedergänge sind in Sommer- und Herbst-Aufnahmen nicht direkt nachweisbar. Frühlings-Bilder dagegen können die noch nicht geschmolzenen Schneedeponien im Talboden und die darüber anschließende Lawinenbahn aufzeigen. Den Sommer-Bildern lassen sich aber gleichwohl verschiedene indirekte Anhaltspunkte entnehmen, wie:

1. Waldschneisen, von oben her tief in den Wald eindringend, evtl. mit zahlreichen Felsbrocken bedeckt.
2. Hangpartien mit Buschwerk, wie Legföhre und Grünerle, deren Äste hangabwärts gebogen sind und die so den Schnee über sich hinweggleiten lassen können, über denen kein geschlossener Baumbestand mehr anschließt.
3. Haus- und Flurwüstungen unterhalb solcher Schneisen.
4. Lawinenschutzbauten, Lawinenbrecher, hangaufwärts hinter dem Haus (Bild 3).
5. Topographie oberhalb der Waldgrenze.

Vegetationsaufbau und Topographie sowie die Lage der Wohnhäuser ergeben die wertvollsten Aufschlüsse. Spezialflüge nach Lawinenkatastrophen würden natürlich weit interessantere Ergebnisse gestatten (siehe Kap. VIII).

Felsstürze sind anhand der zahlreich herumliegenden, mehr oder weniger in der Falllinie angeordneten Felsblöcke aller Größenordnung erkennbar. Über Alter und Entstehung läßt sich allerdings nichts aussagen. Felsblöcke können auch in Zusammenhang mit Lawinen transportiert werden. Hingegen vermittelt das Luftbild immer eine gute Übersicht über das Ausmaß eines solchen Vorganges.

c) Menschliche Eingriffe

Alle unsere Wälder, auch die des Gebirges, sind seit langem von Menschen beeinflusst und verändert worden. Solche Spuren sind im Luftbild nur vereinzelt feststellbar. Auffallend aber sind die jüngsten Zeichen der Bewirtschaftung, die mit der Zeit wieder überwachsen oder verdeckt, vager in Form und Aussehen und schließlich ganz verschwinden werden.

Schlagflächen: Die Nutzung des Waldes durch Holztrieb läßt sich ohne weiteres nachweisen (auch wenn es sich nur um einzelne Stämme handelt), aber meist nur kurze Zeit, solange die Spuren des Eingriffes gesehen werden können. Ebenso hinterlassen die Holztransporte auffällige Merkmale.

Waldbrände: Stellen der Waldverwüstung durch Brand sind selten. In unserem Arbeitsgebiet gibt es nur ein Beispiel, dafür ein instruktives (Bild 9).

Die kahle, helle Fläche im Gebiet Bühlenwald-Bühlenberg, praktisch ohne Baumwuchs und Zwergsträucher, fällt bei der Bildbetrachtung sofort auf. Eindeutige Merkmale, die über die Entstehung dieser Lücke Aufschluß geben könnten, lassen sich zwar nicht erbringen. In Frage kommen: Lawine, Kahlschlag, Krankheit oder Brand. Dazu kann folgendes überlegt werden:

Lawine: Wohl möglich, da Lücke von der oberen Waldgrenze ausgeht, aber ausgeschlossen aufgrund der topographischen Verhältnisse des darüberliegenden Geländes.

Kahlschlag: Widerspricht an der oberen Waldgrenze jeglicher Vernunft und forstlichen Praxis und darf darum ausgeschlossen werden.

Krankheit: Sie würde kaum eine derart radikale und scharf begrenzte Waldzerstörung verursachen.

Bleibt als einzige Möglichkeit: *Waldbrand*

Dieses Vorgehen zeigt, wie durch indirekte Schlüsse eine Erklärung für eine derartige Form gefunden werden kann. Diese müssen nachher durch Feldarbeit oder Befragung erhärtet werden.

Tatsächlich ergab die Feldbegehung sofort die Bestätigung. In der Fläche finden sich noch zahlreiche Baumstrünke, alle angekohlt, neben angebrannten Baumleichen. Es ist ein Bild wüster Waldzerstörung. Leider sind die Strünke in Höhe und Durchmesser zu klein, um im Stereobild in Erscheinung treten zu können. Sonst ließe sich die Brandfläche eindeutig im Luftbild als solche identifizieren. Die Nachfrage ergab, daß der Waldbrand 1950 infolge Unachtsamkeit bei Waldarbeiten entstanden ist. Bis heute erfolgte kein Setzen von Jungpflanzen. In der Fläche ist auch kein Aufkommen von Jungwuchs, ja nicht einmal von Zwergsträuchern ersichtlich. Auffallend ist im Luftbild noch die scharfe obere Grenze zwischen Natürlicher Wiese und Zwerstrauchgürtel.

d) Waldverbesserungen

Natürlicher Jungwuchs und Jungwald: Verbreitung und Häufigkeit von Jungwuchs, innerhalb und außerhalb des Waldes, sind von großer Bedeutung. Sie geben Aufschluß über die Regeneration, Entwicklung und Wirtschaftsmöglichkeiten des Waldes. Gebiete mit Jungwuchs sollten unbedingt vor Weidgang geschützt und der Baumwuchs gepflegt werden. Eine erste Übersicht zeigt, daß Gebiete mit Jungwuchs außerhalb des eigentlichen Waldes vorzugsweise an Stellen liegen, die nur schwer zugänglich, oft sehr steil und abgelegen von Alpgebäuden oder Außenställen sind. Es sind also Orte, die vom Vieh nur wenig bestoßen werden.

Jungwuchs kann im Luftbild erst von einer bestimmten Größe an gesehen werden (Kap. III/4 a). Dann aber sind die Formen gut erkennbar, selbst noch unter einem lockeren Kronendach. Die Vorkommen sind in Karte 10 dargestellt. Kartiert wurden dabei nur Bäumchen, die einen gut entwickelten Eindruck machten, nicht aber Krüppelformen. Gelegentlich lassen sich sogar einzelne Arten unterscheiden, namentlich die Lärche mit ihrem hellen, diffusen Aussehen.

Um den Altersaufbau des Waldes noch besser illustrieren zu können, wurde auch der Jungwald aus-

geschieden. Darunter werden jüngere Bestände von ca. 6–12 m Baumhöhe verstanden. Sie zeichnen sich im Stereomodell durch schönen, regelmäßigen Wuchs aus, haben eine breitere Kegelform, stehen oft sehr dicht und sind von geringerer Größe als die Altbestände. Sehr schöner Fichten-Jungwald ist in Bild I zu sehen. Die Art ist bestimmbar. Wie Karte 10 zeigt, findet sich verhältnismäßig wenig Jungwald im Dischma. Gesamthaft gesehen macht der Wald auch eher einen reifen, gelegentlich sogar einen überalterten Eindruck. Im Waldesinnern fehlt der Jungwuchs über weite Strecken. Schuld daran trägt sicher zum großen Teil die Waldweide. Hingegen ist die natürliche Verjüngung außerhalb des Hochwaldes recht erfreulich, stellenweise ist sie von geradezu dichtem Auftreten.

Hinzu kommt noch der kleinste Jungwuchs, der nur bei der Feldbegehung gefunden werden kann. Namentlich die Arve ist hier in den untersten Zwergstrauchregionen über der Waldgrenze auf der linken Talseite stark verbreitet (Stillberg). Das Aufkommen des Waldes kann evtl. mit der rückläufigen Entwicklung der Alpwirtschaft in Zusammenhang gebracht werden. Jedenfalls kann für den Wald eine recht günstige Prognose gestellt werden, sofern ihm die nötige Pflege zuteil wird und die Frage der Waldweide gelöst werden kann.

Aufforstungen: Eigentliche Anpflanzungen sind im Gebirgswald sehr selten. Noch immer läßt die Waldpflege und besonders diejenige der Privatwälder zu wünschen übrig. Anpflanzungen unterscheiden sich von natürlichem Jungwuchs durch ihr einheitliches Aussehen (gleiche Abstände), gradlinig begrenzte Flächen und sehr dichten Bestand. Im Bereich des Dischmas gibt es nur eine kleine Fläche, unterhalb Bühlenmähder (Bild 7). Diese dicht stehende Pflanzung könnte in der September-Aufnahme unter Umständen mit Gebüsch verwechselt werden. Auffallend ist aber das spitzkegelförmige, stark akzentuierte Kronendach mit steilen Rändern. Außerdem wird die Situation unverkennbar, bei Betrachtung der Frühlings-Aufnahmen.

Sonst konnte nur noch ein ganz kleines Gebiet mit Anpflanzungen im Bühlenberg (in aufgegebenem Mähder) gefunden werden. Die Pflanzen sind hier aber noch viel zu klein, um im Luftbild in Erscheinung zu treten.

In der Versuchsfläche der EAFV auf Stillberg wurde mit dem Setzen von Bäumchen erst 1960 begonnen. Hier zeigt uns aber das neu erstellte

Wegnetz die Erschließung des Geländes an. Mit seiner Hilfe kann auch der Umfang der Fläche einigermaßen abgegrenzt werden (Bild 10).

Außerhalb des engeren Arbeitsgebietes finden sich in der Landschaft Davos noch ältere Aufforstungsflächen, vor allem am Südhang des Haupttales (Erbalp, Schiahorn-Dorfberg). Sie sind aufgrund ihres einheitlich hohen und dichten Bestandes und der scharfen Grenzen gut erkennbar (Bild 15).

e) Schutzwald und Lawinenverbauungen

Der Gebirgswald, besonders an der Waldgrenze, hat vornehmlich Schutzfunktionen. Er ist darum auch in seinem Bestand gesetzlich geschützt²⁾. Er allein ermöglicht eine dauernde Bewohnung und Bewirtschaftung der Alpentäler. Das Luftbild vermag, speziell in kleinmaßstäbigen Aufnahmen, eine vorteilhafte Übersicht zu bieten. Gefährdete Gebiete können erkannt und Hilfsmaßnahmen projiziert werden. Das Detailbild gibt Aufschluß über den Zustand des Waldes. Dort, wo er seinen Schutzfunktionen nicht mehr zu genügen vermag, muß durch Lawinenverbauungen nachgeholfen werden. Sie sind im Luftbild anhand ihrer Lage (steile Hänge über der Waldgrenze), ihrer gruppenweisen und isohypsenartigen Anordnung und dem mauerchen- bis zaunartigen Aussehen gut identifizierbar (Bild 15).

f) Waldgrenze

Eines der interessantesten Phänomene im Landschaftsbild, eine der markantesten Grenzlinien ist diejenige des Waldes (siehe auch Kap. VI/3). Fast überall ist sie ein Produkt natürlicher und menschlicher Beeinflussung. Ihre Ausbildung und ihr Verlauf sind im Luftbild oft besser zu übersehen als in direkter Feldbegehung, da viele Zusammenhänge deutlicher sichtbar werden. Besonders einschneidend waren und sind die menschlichen Eingriffe, insbesondere die Rodungen von der oberen Grenze her, zur Gewinnung neuer Weideflächen. Viele dieser Vorgänge lassen sich im Luftbild rekonstruieren.

Die Struktur des Waldes, die Verteilung der Baumarten und der Altersklassen vervollständigen das Bild. Das Dominieren von Lichtholzarten, speziell der Lärche, verrät das Auflockern der Bestandesstruktur, meist verursacht durch kräftiges menschliches Einwirken.

²⁾ Forstgesetz von 1902.

VI. Die Höhengrenzen im Luftbild

1. Allgemeines

Verbreitungsgrenzen aller Art waren in der geographischen Forschung seit jeher Gegenstand häufiger Untersuchungen. Im alpinen Bereich sind es vor allem die Höhengrenzen, wie Wald-, Baum-, Siedlungs-, Schnee-, Getreidegrenze etc. und die damit in Zusammenhang stehenden Probleme. Die Literatur zu diesem Thema ist entsprechend umfangreich. Wir halten uns vorzugsweise an Jenal (56) und die dort gemachten Literaturangaben (siehe ferner 24, 38, 45, 49, 75). Untersuchungen im Übergangsbereich von der subalpinen zur alpinen Stufe haben sich mit den Höhengrenzen zu beschäftigen. Ein sorgfältiges Kartieren derselben ist die erste, grundlegende Aufgabe. Sie beansprucht außerordentlich viel Zeit. Das Luftbild könnte hier wiederum viel zur Rationalisierung beitragen. Unsere Fragestellung lautet demnach: Wie kann das Luftbild zur Ausscheidung der Höhengrenzen eingesetzt werden; wie manifestieren sich die einzelnen Grenzen im Luftbild; an welchen Merkmalen sind sie eindeutig zu erkennen? Dies soll im folgenden für die wichtigsten Grenzen einzeln untersucht und für unser Gebiet dargestellt werden.

Benötigt werden jeweils eine möglichst große Anzahl oberster Punkte, die nachher zu einer Linie verbunden werden können. Ihr maximaler Abstand ist eine Sache der Definition. Da die meisten Grenzen physiognomisch im Landschaftsbild zum Ausdruck kommen, müssen sie auch im Luftbild zu sehen sein. Eine Schwierigkeit liegt allerdings darin, daß, vor allem bei Pflanzen, die Vertreter an der Grenzlinie häufig nur noch sehr klein, von kümmerlichem Wuchs und in wenigen Exemplaren vorhanden sind. Sie sind darum gelegentlich recht schwer auffindbar, im Felde wie im Luftbild. Selbst in sehr großmaßstäbigen Luftaufnahmen können sie unter den sichtbaren Bereich (Auflösungsvermögen, Stereoschwelle) fallen. Dies muß bei Untersuchungen mit dem Luftbild immer berücksichtigt

werden. Sind die Grenzpunkte im Luftbild festgehalten, so erfolgt die Übertragung in die Karte, analog dem Vorgehen bei der Vegetationskartierung (Kap. III/6b). Aus der Karte können schließlich die absoluten Höhenwerte herausgelesen und Profile konstruiert werden (Karte 11 und Profile).

2. Siedlungsgrenzen

Wir haben zu unterscheiden zwischen Dauersiedlungen (Winterwohnungen) und Temporärsiedlungen (Sommerwohnungen). Bei mehrstufigem Alpbetrieb können innerhalb der Temporärsiedlungen verschiedene Einheiten abgetrennt werden (Maiensässe etc.).

a) Dauersiedlungen

Für ein Gebiet mit Einzelhöfen ist die Obergrenze leichter zu erfassen als bei geschlossenen Dorfsiedlungen. Wie bereits angeführt, sind die einzelnen Haustypen unterscheidbar (S. 71). Zur Ausscheidung der Dauersiedlungen gibt es zusätzlich noch ein eindeutiges Merkmal, das erlaubt, die ganzjährig bewohnten Häuser mit Sicherheit zu identifizieren. Dies sind die *Gärten*, die stets in unmittelbarer Nähe jedes Wohnhauses zu finden sind, nie aber bei Temporärsiedlungen. Die Zeit zwischen Ende Juni und Mitte September ist zu kurz, um dort Gartenbau zu treiben.

Zu prüfen wäre noch, ob sich dieses Merkmal auch für weitere Gebiete, insbesondere solche mit Maiensäss-Stufe, verwenden läßt.

Günstig festzulegen wären die Dauersiedlungen auch in Winter-Aufnahmen, mit Hilfe der freigelegten Wege und weiterer Spuren im Schnee.

Die Dauersiedlungen im Dischma sind streng an die sonnenexponierte Talseite gebunden. Am Taleingang liegen sie noch erheblich über der Talsohle

(In den Bühlen), um dann an den Hangfuß niederzusteigen (Chaiseren) und diesem taleinwärts zu folgen. Das letzte dauernd bewohnte Haus liegt kurz vor dem Ende des schützenden Waldes (Gulerigenhaus) auf 1700 müM.

b) Temporärsiedlungen

In unserem Gebiet kommt nur die Obergrenze der Alpgebäude in Betracht. Sie ist siedlungsgeographisch auch bedeutungsvoller als die übrigen Temporärsiedlungsgrenzen. Erfasst werden nur die eigentlichen Alpen, wo früher die Milch verarbeitet und die Produkte gelagert wurden, nicht aber Heustafel, Unterstände für die Hirten, Clubhütten etc. Die Merkmale für Alpgebäude wurden auf S. 71 beschrieben. Wichtig ist immer der zuführende Weg, die Mehrzahl der Gebäude und das in der Nähe liegende Fettwiesenareal. Stafel und Hütten stehen immer allein.

Die Alpen liegen entweder im Wald nahe seiner Obergrenze oder auf Verflachungen darüber. Im hinteren Talteil sinkt die Grenze in die Talsohle hinunter, wobei, im Gegensatz zu den Wintersiedlungen, die Alpen auch auf der Schattenseite liegen.

Die Siedlungen sind in Karte 11 einzeln eingetragen.

3. Wald-, Baum- und Krüppelgrenze

Die Grenzen, die sich mit der Höhererstreckung des Baumwuchses befassen, sollen hier gesamthaft betrachtet werden. Sie streng auseinanderzuhalten fällt in der Praxis eigentlich recht schwer und ist in erster Linie Sache der Definition, was zu verschiedenen Auffassungen führen kann. Am zutreffendsten sind sicher biologisch-ökologische Abgrenzungskriterien (z. B. 24), die sich aber, besonders für weiträumige Kartierungen, sehr schlecht eignen. So wird in der Regel zu willkürlichen statistischen Abgrenzungswerten gegriffen, wie z. B. Anteil der Bäume an der Gesamtoberfläche zur Definition des Waldes oder Minimalhöhe zur Bestimmung eines Baumes (zwischen 2–8 m schwankend). Wald oder Einzelbäume in extremer Lage bekommen immer ein vom gewohnten Bild abweichendes Aussehen. Gleichwohl müssen sie unter demselben Begriff eingeordnet werden. Locker stehende Baumbe-

stände ohne Kronenschluß sind immer noch als Wald anzusprechen, mannshohe Gebilde mit Stamm und Krone als Baum.

Selbst bei klaren Definitionen wird eine Abgrenzung im Felde erhebliche Mühe bereiten. Hier ist das Luftbild ganz wesentlich im Vorteil. Es gibt uns die Übersicht und erlaubt einerseits eine klare Trennung von Wald und einzelstehenden Bäumen, andererseits von Bäumen und Baumkrüppeln. Die Ausscheidung kann, wenn sehr exakt erwünscht, sogar mit Hilfe von Messungen vorgenommen werden, ebenso die Übertragung in die Karte mit Präzisionsinstrumenten. In den meisten Fällen genügt jedoch die Beurteilung im Stereobild voll auf.

Auch die Definition der verschiedenen Einheiten und Grenzen soll hier vom Luftbild her erfolgen. Es gelten nachstehende Richtlinien:

Wald: Gesellschaft von geschlossen bis locker stehenden, ausgewachsenen Bäumen, die im Stereoskop deutlich in ihrer Gestalt erkannt und auf ihre Art angesprochen werden können. Gesamthaft gesehen vermittelt sie den Eindruck eines zusammengehörenden Verbandes und nicht den von isoliert stehenden Bäumen.

Baum: Gewächse, die in ihrer Gestalt noch deutlich als Baum mit Stamm und Krone erkannt werden können und deren Art sich bestimmen läßt. Sie müssen also eine gewisse Größe aufweisen (3–5 m).

Krüppel: Zwergformen von Bäumen, die im Luftbild wohl noch als solche angesprochen, aber nicht mehr nach ihrer Art unterschieden werden können. Sie müssen eine minimale Höhe von 60–100 cm aufweisen, um stereoskopisch gesehen werden zu können.

Diese Definitionen sind maßstabgebunden, insbesondere die zwischen Bäumen und Krüppelformen. Dies mag als Nachteil erscheinen. Sie verhüten aber, daß eine Überforderung des Luftbildes stattfindet und daß Resultate angestrebt werden, die sich bei einem gegebenen Bildmaßstab nicht erreichen lassen. Die Waldgrenze kann auch bei relativ kleinem Maßstab festgelegt werden, vielleicht oft sogar besser, da größere Abschnitte übersehen werden. Zur Festsetzung der Baumgrenze bedarf es bereits eines recht großen Maßstabes, damit alle vorhandenen Baumformen eruiert werden können. Bei der Ermittlung der Krüppelgrenze treten Schwierigkeiten auf. Die allerkleinsten und daher vielfach obersten Zwergformen von unter 50 cm

Größe sind auch in sehr großmaßstäbigen Aufnahmen nur noch bedingt sichtbar. Zudem ist die Verwechslungsgefahr mit Felsblöcken oder Zwergsträuchern gegeben. Die obersten Krüppel lassen sich also nicht erfassen. Dem Luftbild sind hier bestimmte Grenzen gesetzt.

Das Auffinden der obersten sichtbaren Baumzweige verlangt eine äußerst sorgfältige Bildbetrachtung. Das ganze Gelände muß systematisch abgesucht werden. Zusätzliche Schwierigkeiten können auftreten, wenn wir sehr steile Felswände vorfinden, an denen oft noch Bäumchen stocken (vorwiegend Arven), die dann sehr schlecht gesehen werden können, besonders wenn sie noch im Schatten liegen.

Das Umzeichnen in die Karte und die Profile ermöglicht ein genaues Verfolgen des Grenzverlaufs und davon ausgehend Rückschlüsse auf orographische und vor allem anthropogene Einflüsse.

Zum Verlauf der einzelnen Grenzen seien kurz die nachstehenden Angaben gemacht.

Waldgrenze: Die physiognomisch und wirtschaftlich hervorstechendste Grenze ist die des Waldes. Vor allem Geographen ziehen sie darum den anderen vor. Imhof (54) gibt in seiner Karte der Waldgrenze in der Schweiz für unser Gebiet Werte zwischen 2000–2100 müM. Im großen gesehen stimmen diese Angaben recht gut, genauere Untersuchungen ergeben natürlich beträchtliche Schwankungen (Tab. 5). Gesamthaft gesehen liegt die Waldgrenze auf der rechten Talseite etwas höher, durchschnittlich um 50 m. Auffallend sind einige Depressionen, wo der Wald Alparealen weichen mußte, wie »Am Berg«, Stillbergalp etc. Nach dem ersten Tal Drittel endet der Wald beinahe schlagartig, und zwar auf beiden Hängen praktisch an der gleichen Stelle. In den Profilen kommt dies besonders deutlich zum Ausdruck. Gleichzeitig werden davon auch Baum- und Krüppelgrenze betroffen, die ihrerseits ebenfalls, wenn auch nicht so extrem, absinken. Dieser Knick deutet darauf hin, daß wir es hier mit keiner natürlichen Grenze zu tun haben und daß, wie eine Verlängerung der Linie in den hinteren Talteil ergibt, dieser in den unteren Partien ganz mit Wald bestockt sein könnte¹⁾. Damit stellt sich die Frage nach Zeitpunkt und Ursache dieser Waldzerstörung. Erstere könnte wahrscheinlich mit Hilfe der Pollenanalyse

gelöst werden, für letztere haben die Bauern des Tales verschiedene Erklärungen zur Hand. Primär verantwortlich erscheint aber der Drang der Menschen nach vermehrten Wies- und Weideflächen für die Alpwirtschaft, der dabei benötigte große Holzbedarf (Hausbau, Zäune, Käserei) und die Möglichkeit, durch Holzverkauf Bargeld zu erlangen. Ist der Wald erst einmal entfernt, so ist ein erneutes Aufkommen des Baumwuchses außerordentlich erschwert und wird durch das weidende Vieh fast vollkommen verunmöglicht. Da die Waldgrenze derart anthropogen beeinflusst ist, wird von vielen Forschern, namentlich von botanischer Seite, der *Baumgrenze* den Vorzug gegeben. Sie soll eher einer klimatischen Grenzlinie entsprechen. Sicher trifft dies zu, doch ist auch sie willkürlicher Art, ihr heutiger Verlauf ist ebenfalls durch das menschliche Wirtschaften entstanden. Dies läßt sich rasch erkennen, wenn man die als Fixpunkte dienenden obersten Bäume in nicht zu großem Abstand wählt (max. 300 m). Nach Ende des Waldes ist dies allerdings nicht mehr durchgehend möglich, die Bäume werden dann sehr spärlich. Bei dieser Betrachtungsweise ergibt sich, daß die Baumgrenze ungefähr parallel zur Waldgrenze verläuft, meist in geringem Abstand (bis 50 m) und ihre Schwankungen, wenn auch in abgeschwächtem Maße, getreulich mitmacht. Sprünge nach oben erfolgen in felsigen, steilen Partien, wo Arven noch weit hinauf gedeihen können, da sie hier vor allem den tierischen Zugriffen entzogen sind (z. B. Versuchsfläche Stillberg). Häufig bildet aber der letzte Vertreter des Waldes zugleich die Baumgrenze. Im Talhintergrund reicht der Baumwuchs etwas weiter als der Wald, die Grenze sinkt aber gleichfalls schnell auf die Talsohle hinunter und endet bei »Am Rhin«.

Krüppelgrenze: Es sei an dieser Stelle nochmals betont, daß diese hier besprochene und kartierte Grenze nicht derjenigen der allerersten Zwergformen entspricht, sondern der, wie sie noch im Luftbild identifiziert werden kann. Gleichwohl lassen sich hier Unterschiede erkennen. Die Grenzlinie setzt sich gegenüber den beiden anderen etwas ab, selbst wenn sie über weite Strecken mit diesen parallel verläuft. Aber sie macht vor allem die Depressionen kaum mehr mit. Auf der rechten Talseite, mit den sehr regelmäßigen topographischen Verhältnissen, stimmen die drei Grenzen überraschend gut überein. Viel unausgeglichener dagegen ist die linke Talseite, weswegen eine mittlere Höhe hier sehr schwer festzulegen ist. Mit Waldende sinkt auch die Krüppelgrenze, was auf

¹⁾ Analoge Verhältnisse finden wir in den anderen Seitentälern, namentlich im Flüela und Sertig.

dem rechten Hang besonders deutlich erkennbar ist. Bis »Am Rhin« finden sich noch vereinzelte Krüppel. Von da an fehlt aber auch jede Spur von Baumwuchs. Derart radikal geschah die Waldzerstörung. Erst ganz hinten, beim Dürrboden, beweisen einige kümmerliche Exemplare von Lärche, Arve und Fichte, daß hier durchaus noch Bäume gedeihen könnten. Nach Rikli (94) fanden sich um 1900 sogar erheblich hinter dem Dürrboden Reste von alten, großen Arven. Es ist demnach erwiesen, daß die ganze Talsohle noch vollständig im Bereich der subalpinen Stufe liegt und bewaldet sein könnte. Es ist also unmöglich, zwischen »Am Rhin« und Dürrboden die Krüppelgrenze durchzuziehen. Hingegen finden sich in diesem Abschnitt da und dort Gebüsche verschiedener Art: Birke, Legföhre, Grünerle und Geißblatt, weitere Beweise für eine mögliche Waldbedeckung. Wichtig erscheint noch der Standort aller obersten Krüppel. Wir finden sie nie in Mulden, Rinnen oder Verflachungen, sondern stets an Steilhängen, auf Rippen und Gräten, die Arve besonders auch an steilen Felsen.

4. Die Alpenrosen- und Zwergwacholder-Grenze

Innerhalb des Zwergstrauchgürtels interessiert vor allem die Obergrenze der geschlossenen Alpenrosen- und Zwergwacholderbestände. Sie als Linie zu fixieren, fällt allerdings schwer, da wir stets fließende Übergänge vorfinden. Beobachtet man aber diese Übergangszone an einem gleichmäßig ansteigenden Hang, so zeigt es sich, daß sie recht schmal ist und die Bestände auf sehr kurze Distanz ausklingen. Umgekehrt kann sie an anderen Stellen aus topographischen oder anthropogenen Gründen recht langgestreckt sein. Während es im ersten Fall leicht ist, die Grenze festzulegen, muß im letzteren zuerst wieder der geschlossene Bestand definiert werden. Wie groß muß dafür der Anteil der beiden Zwergsträucher an der Gesamtoberfläche sein? In der Literatur schweigt man sich darüber gewöhnlich aus und spricht einfach von geschlossenen und lockeren Vorkommen (45, 75), ohne anzugeben, was man wirklich darunter versteht. Es fällt auch schwer, exakte Zahlenangaben zu machen und nach solch eindeutigen Kriterien im Felde zu kartieren. Das Luftbild ist hier erneut im Vorteil, da es eine bessere Übersicht gewährt. Analog dem bisherigen Vorgehen wurde auch diese

Grenze möglichst weit nach oben verlegt (aus physiognomischen und ökologischen Erwägungen) und eine relativ geringe Oberflächenbedeckung, nämlich 20–25 %, als Minimalwert eingesetzt. Oberhalb dieser Linie finden sich natürlich noch weitere Vorkommen der beiden Arten nebst anderen Zwergsträuchern. Bei Alpenrosen und Zwergwacholder sind es aber nur Gruppen- oder Einzelvorkommen, die in günstigen Lagen noch beträchtlich höher zu steigen vermögen. Gelegentlich kann hier eine zweite Grenzlinie, die der lockeren Bestände (5–10 %) ausgeschieden werden. Im Felde können sich beim Kartieren dadurch Unsicherheiten ergeben, im Luftbild hingegen wird es nie schwerfallen, diese Einzelvorkommen zu separieren oder, da sie nur noch mit Mühe erkannt werden, sie einfach zu vernachlässigen. Die Auscheidung der Alpenrosen und des Zwergwacholders im Luftbild ist recht heikel. Sie setzt längere Übung im Bildbetrachten und Vertrautheit mit dem Gelände voraus. Die Erkenntnis, daß mit andauernder Bildbetrachtung eine außerordentliche Zunahme der Erkennungsfähigkeit und der Identifikation von Einzelheiten stattfindet, bewahrheitet sich in diesem Falle ganz besonders. Nur die längere Übung wird hier sichere Ergebnisse zeitigen. Unsichere Stellen werden am besten von beiden Seiten her, von eindeutigen Punkten ausgehend, eingeschnitten. Zusätzliche Schwierigkeiten ergeben sich aus folgenden Gründen: Um den Grenzverlauf im ganzen Tal erfassen zu können, mußten mehrere Bildserien von unterschiedlicher Qualität benutzt werden, nämlich:

Linker Talhang: September-Flug 1956,
M = 1:15 000

Rechter Talhang: September-Flug 1960,
M = 1:21 000
(+ September-Flug 1956)

Talhintergrund: Juli-Flug 1959, M = 1:40 000

Das heterogene Bildmaterial erschwerte natürlich die Arbeit, und in den kleinmaßstäbigen Serien verblieb als einziges (unzuverlässiges) Abgrenzungsmerkmal der Grauton. Dazu kommen noch ungünstige Reliefverhältnisse, Bergschatten, Wolken in den Luftbildern etc. Es war darum unumgänglich, diese Grenze an mehreren Stellen im Gelände festzulegen (43). Die Feldbegehung wurde deshalb für diese Arbeit erheblich ausgedehnt, da damit gleichzeitig auch die Aufnahme der allerersten Baumkrüppel verbunden wurde. Umgekehrt wurde nachher die Kartierung nach Luftbildern am Schreibtisch nur unter Zuhilfenahme

weniger Geländepunkte durchgeführt. Die weiteren wurden anschließend als Kontrollpunkte verwendet, um zu prüfen, ob sich auf diesem Wege überhaupt brauchbare Resultate erzielen lassen. Es ergab sich eine auffallend gute Übereinstimmung mit der Feldkartierung, womit erwiesen ist, daß das Luftbild auch für diese Aufgabe eingesetzt werden kann.

Nicht voneinander unterschieden wurden die Alpenrosen- und Zwergwacholderbestände, da die Aufnahmen mit dem größten Maßstab, die allein eine derartige Trennung gestatten, nur beschränkt gebraucht werden konnten. Dafür erlaubt die Luftbildkartierung eine sehr genaue Festlegung des Grenzverlaufs von Alpenrosen und Zwergwacholder. Während zwischen den Grenzen des Baumwuchses gewisse Parallelitäten festzustellen sind, weicht diese Grenze entschieden davon ab. Sie wird weder durch die verschiedenen Depressionen noch durch das jähe Ende des Waldes beeinflusst, sondern zieht, mit ganz leichtem Gefälle, kontinuierlich taleinwärts.

Auffallend ist wiederum das sehr verschiedene Verhalten auf beiden Talseiten. Auf dem rechten Hang verläuft die Grenzlinie sehr regelmäßig und mit geringen Schwankungen. Um so kräftiger variiert sie auf der linken Seite, was sich mit dem viel unruhigeren Relief in Verbindung bringen läßt. Bei den Einmündungen der beiden kleinen Nebentäler wird sie jeweils besonders stark heruntergedrückt. Sie dringt kaum in diese ein. Durchschnittlich liegt die Grenze auf diesem Hang ebenfalls etwas tiefer.

5. Die natürliche Waldgrenze

Eines der am meisten diskutierten Probleme in diesem Raum ist die Frage der natürlichen Waldgrenze und ihr Zusammenhang mit der Verbreitung der Alpenrosen. Zahlreiche Autoren wollen eine direkte Übereinstimmung der beiden Grenzen herleiten (1, 27, 45). Es ist hier nicht der Platz, dazu Stellung zu nehmen. Festgehalten aber sei immerhin soviel: An allen Stellen in unserem Arbeitsgebiet, an denen diese Frage geprüft werden konnte, deckte sich, soweit sie überhaupt gefunden werden konnte, die Verbreitung der obersten Baumkrüppelchen mit der Obergrenze der geschlossenen Alpenrosen- und Zwergwacholderbestände. Diese allerersten Baumzweige wurden

im Felde nach Möglichkeit kartiert (43). Auch hier zeigte sich, daß im hinteren Talteil und namentlich in den beiden Seitentälchen, überhaupt kein Baumwuchs mehr zu finden ist, im ersten Fall aus anthropogenen, im letzteren eher aus natürlichen Gründen. Erst hinter dem Dürrboden, im Aufstieg zum Scalettapaß, konnten wieder einige Exemplare entdeckt werden.

Letzten Endes wird nur das sorgfältig und groß angelegte Experiment über das Problem der natürlichen Waldgrenze Aufschluß geben können. Auch in dieser Hinsicht sei nochmals auf die Aufforstungsversuche der EAFV hingewiesen. Im Luftbild wird sich eine solch irrealen Grenze nie direkt manifestieren. Es wurde aber gezeigt, daß die verschiedenartigsten Höhengrenzen dem Luftbild entnommen werden können und so außerordentlich wertvolle Anhaltspunkte zu dieser Frage liefern können. Ob aber eine dieser Grenzlinien direkt mit der natürlichen Waldgrenze in Übereinstimmung gebracht werden will, bleibt dem einzelnen Leser überlassen.

6. Weitere Höhengrenzen

Verschiedene weitere Höhengrenzen können noch dem Luftbild entnommen werden. Da sie aber in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit unserem Thema stehen, werden sie nur am Rande gestreift und nicht ausführlich besprochen und kartiert.

Schneegrenzen: Schnee ist im Luftbild an seiner weißen Farbe und glatten Oberfläche nie zu wechseln. Darum ist die *temporäre Schneegrenze* für jeden Tag, von dem ein Flug existiert, ohne weiteres festlegbar. Vorteilhaft sind hier nicht allzu großmaßstäbige Bilder (1:30 000–40 000), da sie eine bessere Übersicht vermitteln, was von großer Wichtigkeit ist. Auf diese Weise kann leichter generalisiert und der durchschnittliche Verlauf bestimmt werden (Bild 12). Sind Bildflüge vom Spätsommer, knapp vor dem ersten Einschneien, vorhanden, so kann die *orographische Schneegrenze* gleichermaßen ausgeschieden werden. Hingegen wird die *klimatische Schneegrenze*, die theoretischer und errechneter Natur ist, sich nicht durch Luftbildinterpretation ermitteln lassen.

Ackerbau: Die Obergrenzen des Ackerbaus, bei sehr großem Maßstab sogar einzelner Getreidesorten und Feldfrüchte, lassen sich gleichfalls gut

eruieren. Unser Arbeitsgebiet befindet sich aber bereits über dem wirtschaftlich interessanten und tragbaren Bereich des Feldbaues, weshalb diese Grenze von vornherein wegfällt.

Anstehender Fels: Auch die Grenze des Anstehenden kann in der Regel im Luftbild ermittelt werden. Ebenso lassen sich verschiedene geologische Schichten und stratigraphische Einheiten unterscheiden (44, 48).

Höhenstufen: Die Ausscheidung einzelner Höhenstufen im Luftbild wird ebenfalls gelingen. Zuvor müssen aber die Abgrenzungskriterien klar umrissen werden. Dies wird recht unterschiedlich gehandhabt. Insbesondere der Übergang von der *subalpinen* zur *alpinen Stufe* kann auf unterschiedliche Weise gezogen werden (siehe dazu Favarger, 34, S. 16 folg.). Da die meisten Merkmale aber mit einer der vorher besprochenen Höhengrenzen korrespondieren, kann auf weitere Ausführungen verzichtet werden. Erwähnt sei lediglich noch, daß eine intensive Beschäftigung mit der Vegetation in einem solchen Übergangsgebiet eine ganz andere Einstellung hierzu mit sich bringt. Wir erhalten Einblick in die tatsächlichen Verhältnisse, in die Kompliziertheit des Aufbaus, in die ungeheure Verzahnung und Verschachtelung der einzelnen Formationen und Elemente, die starken Einflüsse durch das Relief. Zudem wird alles noch durch die menschliche Bewirtschaftung hervorgehoben oder verwischt und verändert. Regelmäßige Höhenschichtungen, wie sie viele Lehrbücher wiedergeben (mit der schönen Reihenfolge: Wald, Parkgürtel, Krummholz, Zwergsträucher, alpine Rasen), wird man kaum einmal antreffen. Eine derartige Ausbildung wird sich höchstens an wenigen Stellen andeutungsweise abzeichnen. In der Regel wird die Grenze zwischen subalpiner und alpiner Stufe mit der des Baumes gleichgesetzt.

Erneut erhebt sich hier die Frage nach der Definition dieses Objektes. Wie sie auch abgefaßt sei, der gesamte Krummholzgürtel (die Gebüsch-Formation) und wesentliche Teile des Zwergstrauchgürtels werden in die subalpine Stufe miteinzuschließen sein.

7. Gesamtbetrachtungen, Zahlenangaben

Der Verlauf der Höhengrenzen, insbesondere der Vegetationsgrenzen im Dischma zeigt einige gemeinsame Merkmale. Stets ergibt sich ein deutlicher Unterschied zwischen der linken und rechten Talseite:

Rechts: Die Grenzen verlaufen regelmäßig, da der Hang sehr einheitlich gebaut ist. Sie liegen durchschnittlich immer etwas höher als auf dem Gegenhang.

Links: Hier ist der Verlauf viel unausgeglichener, infolge des bewegteren Reliefs, der Nebentälchen etc.

Zwischen den Grenzen des Baumwuchses zeigen sich gewisse Parallelitäten, wobei die höher gelegenen Baum- und Krüppelgrenzen die Schwankungen nur noch in abgeschwächtem Maße mitmachen. Unabhängig davon verläuft die Alpenrosen-Zwergwacholder-Grenze. Sie dürfte dem Verlauf der natürlichen Waldgrenze am nächsten kommen.

Die durchschnittliche Höhenlage der einzelnen Grenzen, die Maximalwerte und der Hauptschwankungsbereich sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tab. 5 Höhengrenzen-Werte für das Dischma:
Entnommen der Kartierung 1:10 000

Grenze	Durchschnittl. Obergrenze	Rechte Talseite		Durchschnittl. Obergrenze	Linke Talseite	
		Maximum	Haupt-Schwankungsbereich		Maximum	Haupt-Schwankungsbereich
Dauersiedlung	—	1700	1600–1700	—	—	—
Alpsiedlung	—	2000	1800–2000	—	2160	1700–2000
Wald	2100	2150	1900–2130	2050	2110	1850–2100
Baum	2140	2150	2050–2150	2100	2120	2050–2100
Krüppel	2160	2200	2100–2180	2130	2200	2050–2180
Alpenrosen-Zwergwacholder	2300	2360	2200–2350	2250	2320	2100–2300

VII. Rezente Veränderungen der Kulturlandschaft im Luftbild

1. Allgemeines

Die Vegetationsdecke läßt sich nur unter Berücksichtigung der menschlichen Einwirkungen verstehen. Darum darf sie nicht für sich separat betrachtet werden. Die Untersuchungen werden sich geradezu zwangsläufig zum Studium der Kulturlandschaft schlechthin erweitern. Diese wiederum kann nur aus ihrer historischen Entwicklung heraus richtig verstanden werden. Das heutige Landschaftsbild ist voll von Spuren früherer menschlicher Tätigkeit. Funktionslose Elemente bezeugen Wechsel in der Art und Intensität der Nutzung, in der Organisation und damit im Aussehen der Landschaft. Sie unterliegt einem andauernden Wandel, sie ist dynamisch und keineswegs statisch. Diesen Veränderungen nachzuspüren ist eine der reizvollsten Aufgaben der Geographie. Erst die Summe aller sich überlagernden Kulturschichten vermag das heutige Landschaftsbild völlig zu erklären. Zusätzlich ergeben sich daraus Aufschlüsse über die Entwicklungstendenzen, die zu kennen für die Planung notwendige Voraussetzung ist. Eine konsequente Untersuchung wird also von der Vegetation zur Wirtschaft und weiter zur Betrachtung der Kulturlandschaft und ihrer Veränderungen fortschreiten. Auch bei diesem letzten Vorgang kann das Luftbild sinnvolle Verwendung finden. Es hält den Zustand einer Landschaft für ein genau fixiertes Datum fest. Der Vergleich verschieden alter Flugserien wird demnach mannigfache Ergebnisse liefern können. Je weiter diese einzelnen Aufnahmedaten auseinanderliegen, desto auffälliger und aufschlußreicher werden die Resultate sein.

Aber auch in einem einzelnen Bildflug sind die Zeichen dieser rezenten Änderungen enthalten. Es trifft sogar häufig zu, daß solche Formen zuerst und besser im Luftbild aufgespürt und nachträglich dann auch im Gelände gesehen werden können. Ist eine Form einmal im Luftbild erkannt und registriert, so wird sie plötzlich auch an weiteren

Stellen immer wieder gefunden werden. Eine vollständige und systematische Erfassung und Kartierung derartiger Elemente wird am vorteilhaftesten mit dem Luftbild vorgenommen. Die Feldbegehung würde unglaublich viel Zeit und Arbeitsaufwand beanspruchen.

Dank der Gesamtschau im Luftbild lassen sich häufig auch die Zusammenhänge in der Entwicklung herauslesen, wie z. B. Lawenniedergang und Aufgabe eines Alpgebäudes mit dazugehöriger Fettwiese. Es ist erstaunlich, welch starkem Wandel selbst ein abseits vom Verkehr liegendes Alpen-tal unterworfen ist. Die Nähe des großen Ferien-ortes hat hierauf praktisch keinen Einfluß, es sind allgemeine Tendenzen. Die zahlreich aufgefundenen Reliktformen und Anzeichen ehemals intensiver Nutzung zeugen von einem regen Strukturwandel im alpinen Landschaftsbild. Fast sämtliche Vegetationsformationen wurden davon betroffen, am meisten aber die des Waldes und der Wirtschafts-Wiesen. Ihre Flächen, Struktur und Aussehen sowie Nutzungsweise haben sich wesentlich verändert. Hinzu kommen noch viele Elemente, wie funktionslose Mäuerchen, Haus- und Flurwüstungen, Wegnetz etc., die damit in Verbindung stehen. Im ganzen gesehen findet gegenwärtig ein bedeutender Extensivierungsprozeß in der alpinen Landwirtschaft statt.

Das Aufdecken dieser Veränderungen der Kulturlandschaft ist eine der wichtigsten Aufgaben des Luftbildes. Es sollen im folgenden verschiedene Methoden des Vorgehens gezeigt und teilweise für das ganze Tal, zum Teil an ausgewählten Beispielen besprochen werden. Zuerst werden in den folgenden beiden Abschnitten Möglichkeiten gezeigt, die sich bei einem einzelnen Bildflug anwenden lassen. Vor allem die Anzeichen früherer andersartiger Nutzung im gegenwärtigen Landschaftsbild sollen dabei bestimmt werden. Das Luftbild gestattet uns eine räumliche Erfassung und eine vollständige Bestandesaufnahme dieser Formen. Zudem führt es uns an die weiteren Probleme heran, die dann auf anderem Wege gelöst

werden müssen, wie Zeitpunkt und Ursache eines Nutzungswechsels etc. Es versteht sich von selbst, daß die meisten dieser Formen klein oder undeutlich und darum leicht zu übersehen sind. Nur eine ganz sorgsame und ausdauernde Bildbetrachtung wird eine vollständige Inventarisierung ergeben. Gerade eine gründliche Vegetationskartierung, die ein genaues Studium praktisch jeden Quadratmillimeters einer Flugaufnahme mit sich bringt, wird als zusätzliches Resultat, das in seinem Wert nicht hoch genug eingeschätzt werden kann, eine Fülle solcher Reliktformen neben vielen weiteren Einzelheiten lokalisieren lassen. Die letzten drei Abschnitte dieses Kapitels besprechen dann Methoden und Resultate, die sich aus einem Luftbildvergleich erzielen lassen.

Auf diesem Wege wird die Untersuchung eines einzelnen Landschaftselementes (der Vegetation) wieder zur Gesamtschau führen, denn es kann letztlich nie allein, sondern nur als Ergebnis aller wirksamen Elemente verstanden und gedeutet werden.

2. Hauswüstungen

Im Luftbild fallen plötzliche kleine, rechteckige, scharfbegrenzte Formen von $\frac{1}{2}$ –1 mm Seitenlänge auf, die im Innern mehr oder weniger eingetieft sind. Sie erinnern sofort an Hausgrundrisse. Die Überprüfung im Felde bestätigt die Vermutung. Hat man diese Überreste ehemaliger Häuser erst einmal in den Flugphotos entdeckt, so begegnet man ihnen immer wieder. Es ist eine überraschend große Zahl. Eine exakte Kartierung ermöglicht dann ein klareres Bild über Vorkommen und Verteilung im ganzen Tal (siehe Karte 12, Bild 13 zeigt die Formen im Luftbild).

Die Formen sind zwar eindeutig, häufig jedoch schlecht sichtbar, da sie mit der Zeit wieder verwischt, verflacht oder durch Vegetation überdeckt werden. Anlaß zu Verwechslungen können auch kleinere Vertiefungen entlang der Straße geben. Dies sind Materialentnahmestellen für den Straßenunterhalt, die im Luftbild punkto Größe und Aussehen oft verblüffende Ähnlichkeit mit Hauswüstungen aufweisen. Die wesentlichen Merkmale für echte Hausrelikte sind daher:

1. Scharfe, rechteckige Form, heller Rand.
2. Stereoskopische Sichtbarkeit von Mauerresten,

evtl. der ganzen Rückwand (gelegentlich als Lawinenbrecher in Keilform ausgebildet) oder Andeutung der Mauer durch leichte Erhebung des Randes.

3. Lage innerhalb oder in der Nähe einer Fettwiese, respektive ehemaligen Fettwiese, selten direkt an der Straße.

Die Hauswüstungen sind über das ganze Tal verbreitet. Manchmal sind sie direkt mit einer Flurwüstung (aufgegebene Fettwiese) verknüpft. Ihre Standorte lassen sich am besten in drei Gruppen gliedern:

1. Im Talhintergrund, nach Ende des Waldes. Hier finden wir sie in der Talsohle, stellenweise sogar gehäuft, wie bei »Am Rhin« und südlich der Jenatschenalp, auf einer Endmoräne, ein ganzes kleines Alpdörfchen.
2. Auf den Terrassen der linken und (in geringem Maße) rechten Talseite, über dem Wald.
3. Innerhalb und unterhalb des Waldgebietes, stets an Stellen, wo der darüberliegende Wald ganz oder teilweise zerstört wurde. Damit verbunden ist in der Regel eine Flurwüstung. Die ehemalige Fettwiese ist heute mit Steinen und Felsblöcken übersät. Dies sind Hinweise auf Lawinnenniedergänge, die Wald, Gebäude und Wiese zerstörten, worauf nicht mehr aufgebaut wurde.

Die vielen Hauswüstungen, zusammen mit den Flurwüstungen, bezeugen einen starken Rückgang und Strukturwandel in der Alpwirtschaft. Man vergleiche nur die Anzahl der heutigen Gebäude mit derjenigen der Wüstungen. Dieser Extensivierungsvorgang schreitet beständig weiter. Hauptursache ist die Bevölkerungsabwanderung, namentlich der jungen Generation und der Mangel an Arbeitskräften. So konnten beispielsweise zwischen den Aufnahmen von 1956 und 1960 bereits wieder allerjüngste Unterschiede festgestellt werden. Fettwiesen werden nur noch beweidet, Mähder werden aufgegeben, anstelle von Kuhalpen treten Galtvieh-Sömmerungen etc. Auch die betriebliche Struktur ändert sich. Die Milch wird nicht mehr direkt auf der Alp verarbeitet (weswegen jede Familie dort ein Gebäude benötigte), sie wird gesammelt und zentral in Davos verwertet. Natürlich darf nicht jede Wüstung mit einem Hausverlust gleichgesetzt werden. Es kann sich auch um einen Neubau handeln, der oft unmittelbar neben dem alten Gebäude errichtet und dessen Material teilweise verwendet wird. Der Rest aber wird einfach dem Zerfall überlassen. Solche Wüstungen in-

folge Neubaus sind meist gut zu eruieren. Die ehemalige Funktion der Hauswüstung (Wohnhaus, Alpgebäude, Stall, Stafel usw.) ist nur selten im Luftbild bestimmbar. Gelegentlich lassen Lage, Größe und vor allem Verknüpfung mit einer Flurwüstung Rückschlüsse zu. Im Talhintergrund und über der Waldgrenze dürfte es sich vorwiegend um Alpgebäude handeln. Der Zeitpunkt der Aufgabe läßt sich gleichfalls nicht festlegen. Mit Hilfe alter Bildflüge oder mit alten großmaßstäbigen Karten (z. B. Siegfried-Atlas 1:50 000) läßt sich immerhin eine gewisse Gliederung erreichen.

3. Wiesen

Die stärksten Veränderungen ergeben sich dort, wo der Mensch am intensivsten in die natürlichen Verhältnisse eingegriffen hat. In unserem Gebiet betrifft dies die Formation der Wirtschafts-Wiesen. Hier finden sich alle Stufen und Möglichkeiten der Nutzung (Kap. V/2 a). Die Mähwiesen¹⁾ beanspruchten früher eine ausgedehntere Fläche, die im Luftbild abgegrenzt werden kann. Die ersten Hinweise erhalten wir direkt aus dem Vegetationskleid. Dort, wo die natürliche Abfolge gestört ist, wo sich zwischen Wald und Zwergstrauchheide oder innerhalb letzterer größere, relativ einheitlich ausgebildete Rasenflächen einschieben, haben wir es mit großer Wahrscheinlichkeit mit ehemaligem Wiesenareal zu tun. Weitere Merkmale werden sich finden lassen. Wichtigstes Indiz sind die Mäuerchen (Kap. V/2 f). Mähwiesen werden stets mit Mäuerchen oder Zäunen umgeben, falls sie nicht an eine natürliche Grenze (Bach etc.) stoßen. Fettwiesen, besonders in der Alpstufe, sind ausschließlich durch Mäuerchen (Lesesteine aus der Wiese) geschützt. Diese lassen sich häufig auch außerhalb des heutigen Fettwiesenareals, manchmal sogar mitten in den Zwergsträuchern, auffinden. Sie haben keine Funktion mehr und sind darum im Zerfall begriffen. Aber sie geben sichere Hinweise auf ehemalige Mähwiesen. Damit kann die frühere Verbreitung erfaßt werden. Sind die Mäuerchen nur noch bruchstückweise vorhanden, so können die Lücken aufgrund der Ausbildung der Vegetation ergänzt werden. Hauswüstungen und ihre Lage können zusätzliche Anhaltspunkte

liefern, ebenso die Topographie. Die Abgrenzung im Luftbild geht demnach wie folgt vor sich:

1. Abgrenzung der heutigen Fettwiesen.
2. Abgrenzung der ehemaligen Mähwiesen mit Hilfe von funktionslosen Mäuerchen, Hauswüstungen und den Veränderungen in der Vegetationsdecke (hellere, flächenhafte, rel. gleichmäßige Tönung).

Alle aufgegebenen Mähwiesen werden natürlich heute beweidet und weisen die typischen Weidetexturen auf (Bild 13).

Diese ehemaligen Mähwiesen haben ein recht unterschiedliches Aussehen. Sie können immer noch als Fettwiesen abgebildet (dunkle Tönung im Frühjahrs-Flug), aber nicht mehr geschnitten werden. Von da an finden sich sämtliche Übergangsformen bis zur Zwergstrauchheide, die sich überhaupt nicht mehr von der anstoßenden, nie als Wiese genutzten Partie unterscheidet. Diese allmähliche Rückwandlung von Wirtschafts-Wiesen in die Zwergstrauch-Formation ist im Flugbild sehr anschaulich zu verfolgen (Bild 13). Die Stufen der Rückbildung repräsentieren gleichzeitig auch die Reihenfolge der Aufgabe.

Karte 13 zeigt die Verhältnisse für den hinteren Talteil, also die Alpstufe in der Talsohle, wo sich die größten Wechsel vollzogen haben. Kartiert wurde nach den Luftaufnahmen vom September 1956. Dabei wurden unterschieden:

1. Fettwiesen, heute noch geschnitten, mit Mäuerchen umgeben.
2. Fettwiesen, im Mai-Flug an ihrer Tönung noch deutlich als solche hervorstechend, ummauert, aber nicht mehr gemäht. Erste Zeichen von Weidetexturen.
3. Ehemalige Fettwiesen: Meist mit Mäuerchen versehen, in der Nähe von Alpen gelegen oder mit Hauswüstung, sich im Mai-Flug aber nicht mehr manifestierend. Deutliche Weidetexturen.
4. Ehemalige Mähwiesen: Rekonstruierbar anhand einzelner Mauerreste, vor allem aber deutlich aufgrund der Vegetation (Grauton, Textur) als solche belegbar. Nur lockerer Zwergstrauch-Anteil.
5. Ehemalige Mähwiesen: Aufgrund von Spuren von Mäuerchen noch abzugrenzen, heute wieder geschlossene Zwergstrauchdecke tragend.

Vergleicht man die heutige Ausdehnung der Mähwiesen (Zustand 1956) mit der früheren, so ist der

¹⁾ Wir verwenden hier den Ausdruck Mähwiese, da nicht festgestellt werden kann, ob es sich um eine aufgegebene Fett- oder Magerwiese gehandelt hat. Immerhin läßt die Lage, insbesondere im Talhintergrund in der Sohle, den Schluß zu, daß es in der Regel Fettwiesen waren.

Rückgang sehr bedeutend. Werden die Flächen in der Karte ausplanimetriert, so ergibt sich für den hinteren Talabschnitt (ab Stufe Gadmen) das nachfolgende Verhältnis:

Heutiges Fettwiesenareal: Ehemaliges max. Mähwiesenareal = 100 : 234.

Vor allem die randlich gelegenen und ungünstiger zu bewirtschaftenden Wiesen werden aufgegeben. Dieser Rückgang hält unvermittelt an. Bereits zwischen 1956 und 1961 ergeben sich neue Verschiebungen. Mehrere Fettwiesen werden seither nicht mehr oder nur noch teilweise gemäht (Unterteilung mit elektrischen Zäunen).

4. Luftbildvergleich 1930 - 1956 - 1960

Am besten lassen sich die jüngsten Veränderungen in der Kulturlandschaft erfassen, wenn verschieden-altrige Bildserien ausgewertet werden können. Für das Dischma sind wir in der glücklichen Lage, über einen recht alten Flug aus dem Jahre 1930 zu verfügen (S. 13). Der Maßstab ist erfreulich groß und die Bildqualität befriedigend. Damit können die Bildflüge vom September 1956 und 1960 ausgezeichnet verglichen werden. Der Maßstab ist ähnlich, und vor allem stimmt die Jahreszeit ungefähr überein, d. h. alle Photos wurden im Spätsommer aufgenommen, zu einer Zeit, als praktisch sämtliche Wiesen, auch die Mäher, geschnitten waren.

Als Vergleichsbeispiel wurde der rechte vordere Talhang, vom Dischmabach an aufwärts, im Raume Bühlenwald, Bühlenberg, Chaiserren, Am Berg ausgewählt. Es wurde je eine Karte für den Zustand 1930 und 1956 gezeichnet, wobei alle Grenzlinien aus den Luftbildern wieder in die Karte 1:10 000 übertragen wurden. Besonders eingehend untersucht wurden dabei der Wald, die Wiesen und die Gebäude. Die allerjüngsten Veränderungen (1956–1960) sind in diesem Abschnitt gering und werden nur kurz besprochen. Zu bedauern ist, daß kein Flug aus den Kriegsjahren existiert, da sich in dieser Zeit neue Aspekte ergeben haben, die 1956 bereits wieder verschwunden waren, z. B. der Ackerbau (S. 87). Über die wichtigsten Änderungen sollen kurz einige Angaben gemacht werden (Karte 14, Bilder 7, 8, 9).

Wald: Es ergeben sich Wandlungen in zwei Richtungen:

1. Fläche: Die Waldfläche wechselt an vielen kleinen Stellen. Im ganzen gesehen nimmt sie zu, doch fallen andererseits zwei größere Abschnitte aus, nämlich die große Brandfläche (S. 74) und die Lawinschneise beim Schulhaus. Beide sind neu in den Bildern von 1956.
2. Bestockungsdichte: Auch hier ist eine deutliche Zunahme festzustellen, nach Dichte und Höhe. Dieses Thema wurde eingehend von forstlicher Seite behandelt (S. 75) und wird nicht weiter verfolgt. Praktisch kann jeder einzelne Baum beobachtet werden, ob er verschwunden oder gewachsen ist.

Wiesen: Fettwiesen haben keine Änderungen erfahren, höchstens ein ganz kleines Areal am Waldrand bei Chaiserren, was nicht genau überprüft werden kann, da von 1930 keine Frühjahrs-Aufnahmen bestehen.

Mäher: Hier haben die großen Änderungen stattgefunden, im Sinne einer rückläufigen Tendenz. Während 1930 noch das ganze Gebiet des Bühlenbergs geschnitten wurde (im Zweijahres-Rhythmus, wie Bild 8 gut zu erkennen gibt), von der Waldgrenze und zum Teil noch innerhalb des Waldes bis hinauf zu der nach oben abgrenzenden Mauer, ist die Fläche auf wenige Stellen unmittelbar über der Waldgrenze zusammengeschrumpft. Das Wiedereindringen der Zwergsträucher und einzelner Bäume ist 1956 gut erkennbar.

Häuser: Rege ist der Wechsel auch bei den Gebäuden. Gegenüber 1930 wurden fünf neue Häuser erstellt, während sechs aufgegeben wurden (je ca. 10% des Bestandes). Die Gebäude gehören ganz verschiedenen Funktionstypen an. Die zahlreichen Heustafel im Bühlenberg-Mäher stehen alle noch, auch wenn sie 1956 außer Betrieb und teilweise im Zerfall begriffen sind.

Bachlauf: In den 1930er Bildern mäandriert der Dischmabach im flachen Talboden von Chaiserren sehr stark, was sicher zu häufigen Überschwemmungen führte. Deshalb wurde der Bachlauf korrigiert. In den Aufnahmen von 1956 ist er begradigt, doch kann man die alten Bachschlingen stellenweise noch gut sehen.

Geringer sind die restlichen Veränderungen. Im *Wegnetz* betrifft es vor allem den älteren Pfad zur Alp »Am Berg«, der steiler und direkter zu den Gebäuden führt. Er ist 1930 noch in sehr gutem Zustand, 1956 dagegen nur noch schwach als Fußweglein sichtbar, kaum mehr benutzt und beinahe wieder verwachsen. Der neue, heute gebrauchte

Weg, dürfte also vermutlich kurz vor 1930 erstellt worden sein.

Die Zeitspanne zwischen 1956 und 1960 ist zu kurz, um wesentliche Veränderungen augenfällig werden zu lassen. Immerhin wurden in der Zwischenzeit die Mähder des Bühlenbergs gänzlich aufgegeben. Sie werden nur noch beweidet. In der Jungwuchspflanzung (S. 75) ist ein deutliches Wachstum erkennbar. Interessant ist die Brandfläche. Gegenüber 1956 ist überhaupt keine Änderung, etwa im Sinne des Aufkommens von Zwergsträuchern oder gar Baumwuchs, sondern eine Stagnation festzustellen. Nach wie vor hebt sich die Fläche hell (Graswuchs) und scharf gegen den darüber anschließenden Zwergstrauchgürtel ab. Eine Wiederbewaldung geht demnach sehr langsam vor sich.

5. Ehemalige Mähder

Heute gibt es im ganzen Gebiet des Dischmas keine genutzten Mähder mehr (S. 69). Da sie aber früher recht verbreitet waren und einen wesentlichen Bestandteil der Alpwirtschaft ausmachten, der ganz aus dem Landschaftsbild zu verschwinden droht, seien die Mähdergebiete für das Dischma hier angeführt. Sie sind in Karte 12 eingetragen.

Die Kartierung erfolgte mit Hilfe der Aufnahmen von 1930, in denen sie meist sehr deutlich in Erscheinung treten, wenn auch schon damals nicht mehr alle geschnitten wurden. In den heutigen Aufnahmen sind sie ebenfalls noch, wenn auch verschieden gut, zu erkennen. Die Vegetationsdecke ist an der betreffenden Stelle immer heller

im Ton, da der Zwergstrauchbestand hier viel lichter ist. Meistens ist die Grenzlinie noch scharf und gradlinig ausgebildet.

Die wichtigsten Mähder waren:

1. Bühlenbergmähder
2. »Am Berg«, oberhalb der Fettwiesen
3. Gadmen, am rechten Hang, direkt über der talauwärtigen Stufe
4. Stillberg-Alp, oberhalb der Alpgebäude, gegen die Versuchsfläche
5. Hinterer Stillberg, unmittelbar über der Waldgrenze, mit Hauswüstungen
6. Ob Teufiwald, direkt über der Waldgrenze

6. Äcker

Während des letzten Krieges wurde der Ackerbau (spez. Kartoffeln) bis ins Dischma (1700 müM) vorgetrieben. Die Äcker lagen alle auf der Sonnenseite, am Hangfuß, in steiler Südexposition. Da der Anbau wenig lohnend war, wurde er schnell wieder aufgegeben. Diese ehemaligen Äcker lassen sich im Gelände noch eruieren. Es sind ausgeebnete, kleine Flächen innerhalb der Fettwiesen mit leicht abgesetztem, gradlinigen Rand. Die Anzeichen sind jedoch sehr schwach. Weiß man aber, wo die ehemaligen Äcker liegen, so kann man sie auch im Luftbild erkennen. Die Merkmale sind aber zu vage und unsicher, um eine allgemeine Identifikation zu ermöglichen. Darum wird auf eine weitere Besprechung und Kartierung dieser Formen verzichtet.

VIII. Weitere Anwendungsmöglichkeiten des Luftbildes

Für viele weitere Untersuchungen im Hochgebirge, für wissenschaftliche und praktische Zwecke, wird das Luftbild eine wesentliche Hilfe sein können. Es sollen hier nur noch am Rande einige Möglichkeiten gestreift werden.

Schnee: Eines der wichtigsten Elemente, dem besonders für die Vegetation und die Wirtschaft eine entscheidende Bedeutung zukommt, ist der Schnee. Die Ausbildung der Schneedecke im Winter, windentblößte Stellen und Schneeanwehungen, die Bahnen von Lawinen und Schneerutschen, der Ausaperungsprozeß, die Lage der Schneegrenze im Verlauf des Jahres (S. 81) können eigentlich nur systematisch und genau mit dem Luftbild untersucht werden. Diese Zusammenhänge betont vor allem Rey (90). Im Luftbild wird ein einheitlicher, genau datierter Zustand festgehalten, was mit Feldarbeit nie für ein größeres Gebiet durchführbar ist. Zudem läßt sich Schnee im Photo immer eindeutig erkennen. Voraussetzung für derartige Untersuchungen ist die Möglichkeit, periodisch Bildflüge aufnehmen zu lassen. Je häufiger diese Aufnahmeserien, desto genauere Unterlagen wird man erstellen können. Vor allem der *Ausaperungsverlauf* kann auf diesem Wege studiert werden. Die EAFV ist im Begriff, dies für das Dischma durchzuführen (71). Bisher sind viel zu wenig Winterbilder erstellt und ausgewertet worden.

Morphologie: Außerordentlich zahlreich sind morphologische Formen, die bei der stereoskopischen Bildbetrachtung immer wieder auffallen. Besonders sehr junge Erscheinungen und rezente Veränderungen sind gut sichtbar. Seiten- und Endmoränen (Bilder 3, 4, 5, 13), Erosionsnischen (Bilder 4, 11), Rutschungen und Sackungen (3), Quellen (Bilder 2, 3), Bachverlegungen und viele weitere Formen zeigen sich nicht nur in ihrer Gestalt, sondern auch in Beziehung zu Relief, Vegetation etc. Das Studium dieser Objekte im Luftbild würde eine selbständige Arbeit ergeben und kann hier nicht weiter verfolgt werden. Es soll nur noch auf einige besonders schöne Beispiele aufmerksam gemacht werden.

1. Im Talhintergrund finden wir in periodischen Abständen Endmoränenkränze oder ganze Gruppen von Endmoränen, wie oberhalb »Am Rhin«. Sie liegen häufig über einer Talstufe, wodurch diese noch besonders betont wird. Mit den Endmoränen können jeweils Seitenmoränen und Terrassensysteme in Verbindung gebracht werden (Bilder 3, 4, 13).
2. Bilder 5, 11 zeigen Moränen kleiner Hanggletscher, die sich unter Umständen noch blockstromartig weiter hangabwärts bewegt haben können.
3. In Bild 3 finden wir eine sehr schöne Sackung, die sich vom Bach aufwärts in den rechten Hang zieht.
4. Bilder 4, 13 enthalten auf der linken Talseite eine Reihe von Quellnischen. Sie sind alle entlang einer ziemlich horizontal laufenden Linie angeordnet, was auf einen Quellhorizont, evtl. auf eine Grenze zwischen durchlässigen und undurchlässigen Schichten hinweist.
5. Bild XIII veranschaulicht frühere Läufe und den Einschneidungsvorgang des Dischmabaches in den Schuttfächer am Talausgang.

Böden: Sie sind im Luftbild in den wenigsten Fällen direkt bestimmbar. Aber anhand der topographischen Verhältnisse, der Hydrologie und vor allem der Vegetation lassen sich Schlüsse darauf ziehen. Die Berücksichtigung all dieser Merkmale im Luftbild wird, zusammen mit dem Wissen über die Bodentypen des Gebirges und ihre Verteilung, eine Interpretation gestatten.

Alpkataster¹⁾: Bei der Erstellung des Alpkatasters (86) könnte das Luftbild für viele Untersuchungen eine große Hilfe sein. Der ganze Vorgang ließe sich enorm rationalisieren, beschleunigen und in manchen Angelegenheiten wohl verbessern. Die hier zu lösenden Aufgaben betreffen zur Hauptsache Studien, wie sie in dieser Arbeit unternommen wurden, unter Zugrundelegung ganz bestimmter Normen und Kartierungs-Kriterien.

¹⁾ Zustandserfassung der Alpareale als spezieller Teil des Produktionskatasters durchgeführt von der Abteilung für Landwirtschaft des Eidg. Volkswirtschafts-Departements.

IX. Schlußfolgerungen

1. Vor- und Nachteile für die Luftbildinterpretation im Gebirge

Gegenüber der Verwendung von Luftbildern im Flachland weist die Interpretation im Gebirge diverse Unterschiede auf, die den Gebrauch positiv oder negativ beeinflussen können. Auf derartige Besonderheiten wurde schon mehrfach aufmerksam gemacht. Sie sollen hier zusammengefaßt werden. Im Vordergrund steht dabei wieder die Interpretation der Vegetation und die sich daraus ergebenden weiteren Möglichkeiten.

Vorteile:

1. Das Luftbild vermittelt einen umfassenden Einblick in ein schwer überschaubares Gelände mit reich gegliedertem Relief, starker Zerschneidung und Zertalung.
2. Feldarbeit im Gebirge ist außerordentlich zeitraubend und mühsam (Länge der Anmarschwege, Höhendifferenzen, Schwierigkeiten in der Begehrbarkeit etc.). Das Luftbild hilft in großem Maße Zeit sparen.
3. Die Flugaufnahme ermöglicht eine viel bessere Orientierung im Gelände, während die Karte für dieses Gebiet nur noch wenige exakte Anhaltspunkte (Häuser, Straßen, scharfbegrenzte Waldränder etc.) enthält. Das Luftbild ist darum die beste Kartierungsunterlage.
4. Wälder des Gebirges sind nicht sehr artenreich, was eine Identifikation erleichtert.
5. Das Kronendach des Waldes in der Nähe der Waldgrenze ist meist sehr licht, wodurch praktisch jeder Baum in seiner vollen Größe stereoskopisch gesehen und beurteilt werden kann.
6. Der lockere Waldbestand ermöglicht den Einblick unter das Kronendach und die Ansprechung des Unterwuchses.
7. Der natürliche Aufbau der Vegetation ist noch viel besser erkennbar als im intensiver bewirtschafteten Flachland. Der Einfluß des Menschen ist geringer und seinen wirtschaftlichen Möglichkeiten ist weniger Spielraum gelassen. So bleiben die natürlichen Standortverhältnisse besser gewahrt und erleichtern die Interpretation bedeutend.
8. Die Schlagschatten einzelner Bäume werden häufig hangabwärts verlängert, wodurch eine vergrößerte und somit besser identifizierbare Form entsteht.

Nachteile:

1. Die günstigsten Zeiten zum Fliegen von Luftbildern sind sehr eingeschränkt, sowohl jahreszeitlich als auch tageszeitlich.
2. Im Zeitpunkt der optimalsten Bedingungen im Frühsommer (Grauton-Differenzen, Sonnenstand) sind viele Stellen noch schneebedeckt und einer Interpretation unzugänglich.
3. Steile Hänge und fast senkrechte Felswände können unter Umständen nur noch ganz schmal, ja bis auf eine Linie reduziert, abgebildet werden.
4. Schatten von Bergen, in engen Einschnitten etc. können ganze Partien überdecken und die Interpretation größtenteils verunmöglichen.
5. Der Grauton unterliegt zusätzlichen bedeutenden Einflüssen, wodurch dieses Identifikationsmerkmal viel an Aussagekraft einbüßt.
6. Altersbestimmungen von Bäumen (nach Größe und Kronenform) sind unmöglich, infolge der unterschiedlichen Wuchsbedingungen auf extremen Standorten.
7. Quantitative Interpretation, vor allem das Ausmessen von Waldbeständen nach forstlichen Gesichtspunkten (Holzvorrat, Zuwachs) kann nicht durchgeführt werden (oder nur in Verbindung mit weitreichender Feldarbeit). Ursache dafür sind die großen Maßstabsunterschiede und der sehr inhomogene Aufbau des Waldes.
8. Die Übertragung Luftbild – Karte mit Hilfe

von einfachen Umzeichengeräten ist mit zu großen Fehlerquellen verbunden, weshalb diese Instrumente in den meisten Fällen nicht verwendet werden können.

2. Beschaffenheit der Luftbilder für die Gebirgsforschung und Gestaltung eines Bildfluges

Aus dem bisher Gesagten geht hervor, daß für die Luftbildinterpretation im Gebirge nur Aufnahmen in Betracht kommen, die ganz bestimmten Anforderungen genügen. Es soll an dieser Stelle nochmals betont werden, daß überhaupt nur sinnvolle Luftbild-Forschung betrieben werden kann, wenn für das gestellte Untersuchungsziel ein hinreichendes und in Qualität und Maßstab entsprechendes Bildmaterial zur Verfügung steht. Dies setzt praktisch für jede Aufgabe die Planung und Durchführung eines speziellen Fluges voraus. Allein auf diesem Wege werden sich wirkliche Fortschritte einstellen und Ergebnisse erzielen lassen, die mit keinen anderen Mitteln und Methoden zu erreichen sind. Die praktische Anwendung beruht immer auf den Untersuchungen *am* Luftbild. Dabei ist systematisch abzuklären, welche Voraussetzungen an die Beschaffenheit der Flugaufnahmen zu stellen sind, damit sie zur Lösung bestimmter Probleme gebraucht werden können. In erster Linie sind dies Fragen über Maßstab, Aufnahmedatum, Filmmaterial, Filter etc. Diese technischen Voraussetzungen werden von Fall zu Fall etwas verschieden sein, allgemein müssen aber folgende Bedingungen beachtet werden:

1. Es dürfen nur Stereobilder verwendet werden.
2. Die Bilder müssen eine genügende Überdeckung aufweisen (ca. 70% im Talboden). Jedes Objekt sollte auf drei hintereinander folgenden Photos einer Serie abgebildet sein. Sonst entstehen randlich leicht Lücken.
3. Die seitliche Überdeckung muß ebenfalls reichlich sein (mindestens 30%).
4. Beim Kopierprozeß sollten die Kontraste mit Hilfe optischer Geräte (z. B. Logetronic) ausgeglichen werden. Gelegentlich werden die Bilder besser nur ausschnittsweise kopiert, um ein möglichst optimales Positiv zu erhalten und evtl. auch im Schatten liegende Partien noch einigermaßen auswertbar zu gestalten.

5. Der Maßstab für Vegetationsuntersuchungen darf nicht kleiner als 1:15 000 sein.
6. Eine Aufnahmeserie sollte jeweils aus einem Höhenflug (1:25 000–40 000) für die allgemeine Übersicht und einem Tiefflug (1:10 000–15 000) für Detailuntersuchungen bestehen.
7. Es darf nur über die Mittagszeit geflogen werden (falls nicht geringe Reliefunterschiede mittels flach einfallendem Sonnenlicht und großer Schattenwirkung speziell sichtbar gemacht werden sollen).

Die Berücksichtigung all dieser Faktoren verlangt eine gründliche und sorgfältige Planung eines Bildfluges. Vorauszugehen haben stets Erkundigungen über den phänologischen Entwicklungszustand, die Lage der Schneegrenze, den Stand der Ausaperung etc. Diese von Jahr zu Jahr schwankenden Daten lassen sich nicht im voraus bestimmen, sondern müssen von Fall zu Fall abgeklärt werden. Weiter hat die Sonnenhöhe für den vorgesehenen Flugtag wenigstens annähernd berechnet zu werden, um Auskunft über das Ausmaß der Schattenwirkungen zu erhalten. Die Festsetzung der Fluglinien bedarf eines eingehenden Studiums der topographischen Verhältnisse, der Hauptstreichrichtung der Talachsen und Bergketten, des Verlaufs der Gehänge und der Höhen der umliegenden Gipfel (um den Piloten nicht unnötigen Gefahren auszusetzen) anhand der topographischen Karte. Zu beachten ist, daß mindestens die Hauptpartien des Aufnahmegebietes von der Sonne beschienen sind. Notfalls muß dies mit zwei Flügen (späterer Vormittag und früherer Nachmittag) erreicht werden. Entsprechend den topographischen Verhältnissen wird die Fluglinie festgelegt und die Aufnahmezeit gegenüber Mittag etwas vor- oder nachverlegt, um den günstigsten Einfallswinkel der Sonne für das fragliche Gebiet ausnützen zu können. Die Flughöhe wird sich nach dem gewünschten Maßstab sowie der Höhe der Berggipfel richten. Kameras mit größerer Brennweite sind vorzuziehen, da sie bei gleicher Flughöhe einen größeren Maßstab und kleinere Verzerrungen ergeben. Ungünstiger hingegen wird dadurch die stereoskopische Sichtbarkeit; die Stereoschwelle liegt entsprechend höher. Die Frage des günstigsten Filmmaterials kann an dieser Stelle nicht geklärt werden, da keine Untersuchungen mit Infrarot- oder gar Farbfilm durchgeführt werden konnten. Die Lösung dieser Probleme für den alpinen Raum bleibt einer zukünftigen Arbeit vorbehalten.

X. Zusammenfassung

Eine Literaturübersicht zeigt, daß Luftbilder im Gebirge bisher recht spärlich verwendet wurden und daß grundlegende Untersuchungen fast gänzlich fehlen. Die Existenz von mehreren jahreszeitlich und maßstäblich verschiedenen Bildflügen im Raume Davos ermöglichte die systematische Abklärung verschiedener Probleme der Luftbildinterpretation im Hochgebirge anhand dieses regionalen Beispiels.

In erster Linie wird die Vegetation untersucht, ihre Abbildungsweise in der Flugaufnahme und ihre jahreszeitlichen Veränderungen. Die verschiedenen Faktoren, die die einzelnen Bildelemente im Gebirge zusätzlich beeinflussen und verändern und Fehlerquellen oder Grenzen für die Interpretation bedeuten, werden einzeln analysiert.

Das Problem der Vegetationskartierung mit Hilfe von Luftbildern, die hierzu am besten geeigneten Darstellungsmethoden und die Anwendung von Photoschlüsseln werden erörtert und mit Beispielen aus der Literatur verglichen. Am erfolgversprechendsten erscheint eine Gliederung auf physiognomisch-ökologischer Grundlage, die sich nach Bedarf verfeinern läßt, vor allem nach floristischen und wirtschaftlichen Kriterien. Als Kartierungseinheit eignet sich dafür am besten die Formation. Die weitere Unterteilung darf nicht schematisch vorgenommen werden, sondern muß sich vielmehr nach dem Bildmaßstab, dem gestellten Untersuchungsziel oder der praktischen Aufgabe und dem möglichen Verhältnis von Schreibtisch- zu Feldarbeit richten. Die charakteristischen Formationen und Vegetationstypen der Landschaft Davos sind in einem Photoschlüssel zusammengestellt, bestehend aus Stereogramm, Textbeschrei-

bung der einzelnen Bildelemente und Bodenaufnahme. Mit seiner Hilfe wird die räumliche Verteilung der Vegetation im Luftbild erfaßt und in Karten aufgezeichnet. Dabei wird der Frage der Erkennungsmöglichkeit der verschiedenen Höhengrenzen besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Die Untersuchung der Vegetation nach geographischen Gesichtspunkten ist nur vollständig, wenn gleichzeitig auch die wirtschaftlichen Merkmale und die Reliktformen, die eine Veränderung des Landschaftsbildes belegen, miteinbezogen werden. Verschiedene Möglichkeiten und Methoden zur Erfassung solcher Formen werden gezeigt und für mehrere Einheiten (Wald, Wiesen, Gebäude etc.) praktisch durchgeführt. Auf diesem Wege entsteht ein vollständiges Bild der heutigen alpinen Kulturlandschaft nach ihrem formalen und funktionalen Aufbau. Ihre Entwicklung wird besonders im Bildvergleich deutlich, da Flüge, die einige Jahrzehnte auseinanderliegen, interpretiert werden konnten.

Die systematische Untersuchung aller beeinflussenden Faktoren und der jahreszeitlichen Veränderungen erlaubt die Klärung der Frage der richtigen Gestaltung eines Bildfluges und der günstigsten Flugdaten für Luftaufnahmen im Hochgebirge. Wenn nur ein einziger Bildflug durchgeführt werden kann, empfehlen sich die beiden ersten Septemberwochen. Sind mehrere Serien möglich oder solche für bestimmte Zwecke (Wald, Alpweiden) herzustellen, erweisen sich andere Daten wieder als geeigneter. Am vorteilhaftesten wäre immer ein Frühlings- (Anfang Juni) und ein Herbst-Flug (September), mit je einem Hoch- und Tiefflug, wobei immer zur Zeit des höchsten Sonnenstandes aufgenommen werden sollte.

In the field of air-photo interpretation systematic research of the mountain regions has been almost totally lacking. The existence of several runs at different seasons and scales in the area of Davos (Grisons, Switzerland) makes it possible to study different basic problems of photo interpretation in the high mountains, as demonstrated by this regional example.

This study is primarily concerned with the representation of vegetation on air photographs and its seasonal variations. Different factors that influence and modify individual elements of photo-images in the mountains and act as sources of errors or limits for the interpretation are also analyzed separately.

The problem of mapping vegetation with the aid of air photographs, the most suitable methods of representation, and the application of photo keys are discussed and compared with examples from the existing literature. It seems that the most successful way is to arrange it on a physiognomic-ecological basis, which may be further refined if necessary, especially with respect to floristical and economic criteria. The best mapping unit seems to be the formation. Further differentiation should not be made schematically, but has to be arranged according to the scale of photos, the aim of research or the practical purpose, and the possible time available for field work. The characteristic formations and types of vegetation in the Davos area were compiled into a photo key which consists of stereograms with explanatory text and ground photos. With the help of this key it was made

possible to differentiate the vegetation types on the air photographs and to transfer it onto maps. In this connection the problem of recognizing the different altitudinal limits on air photos is particularly considered.

From the geographical point of view it is possible to attain an overall picture of the vegetation, only if the economic features and the forms showing a change of the landscape are considered at the same time. Different possibilities and methods of grasping such forms are demonstrated for several units (meadows, forests, buildings, etc.). In this way a complete picture of the modern alpine landscape in its formal and functional structure is obtained. Its development becomes especially clear when two sets of photos taken at an interval of several decades are compared.

The systematic investigation of all the influencing factors and the seasonal changes helps to classify the question concerning the correct execution of a run and of the most favourable dates for a flight in the mountains. In case only one flight be arranged, the first two weeks of September are recommended. However, if it is possible to execute several series of flight or photographs are to be used for special purposes (forest, alpine pastures) other dates are more suitable. The best combination would always be one flight in spring (beginning of June) and one in autumn (September), each flight consisting of a high (1:25–40'000) and a deep (1:8–15'000) run, flown at the time of the highest position of the sun.

Legende zu den Erläuterungsskizzen

Den Stereogrammen sind z. T. verkleinerte Erläuterungsskizzen beigegeben, in denen die Vegetationsformation angegeben ist. Es folgt hier

zunächst die allgemeine Legende zu diesen Skizzen. Die Lage der Stereogramme ist auf Karte 2 eingetragen.

Vegetations-Formation

(Text: Siehe S. 57–62)

- A = Wald-Formation
- B = Gebüsch-Formation
- C = Zwergstrauch-Formation
- D = Formation der Natürlichen Wiesen
- E = Formation der Wirtschafts-Wiesen
- F = Formation der Vegetationsfreien Flächen
- G = Formation der Gärten

Gebäude:

(Text: Siehe S. 71)

- 1 = Einzelhof (Talgut)
- 2 = Außenstall
- 3 = Wohn- oder Ferienhaus
- 4 = Heustafel
- 5 = Alpgebäude

Sämtliche Aufnahmen, ausgenommen Nr. 8:
Luftaufklärungsdienst Dübendorf
Nr. 8: Eidgenössische Landestopographie, Wabern/Bern.

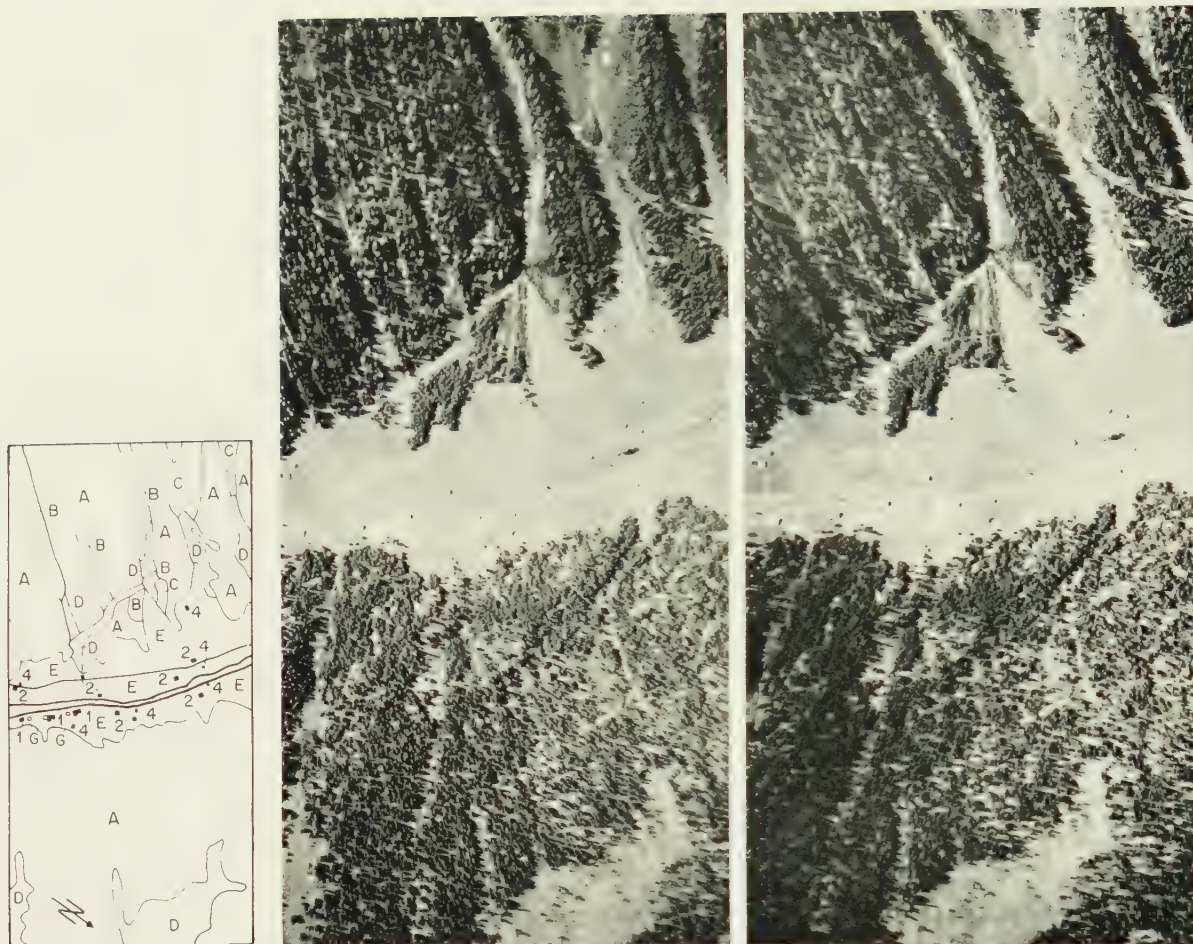


Bild 1: 15. 9. 1956 Talboden von Chaiserer, 1600 mü.M.

Die ersten vier Stereogramme zeigen die verschiedenen Aspekte des Dischmatales. Hier befinden wir uns am Talanfang ganz im Bereich der subalpinen Stufe. In der breiten Talsohle liegen die Fettwiesen und einige Magerwiesen direkt am Waldrand. Die Hänge sind fast vollständig bewaldet, vorwiegend mit Fichten. Der Wald macht einen geschlossenen, wuchskräftigen Eindruck. Einzelne Bacheinschnitte und Runsen sind mit Laubholzgebüsch bestockt. Am unteren Bildrand wird die große Brandfläche sichtbar. Auf der sonnenexponierten Talseite liegen die Höfe mit den zugehörigen Gärten.

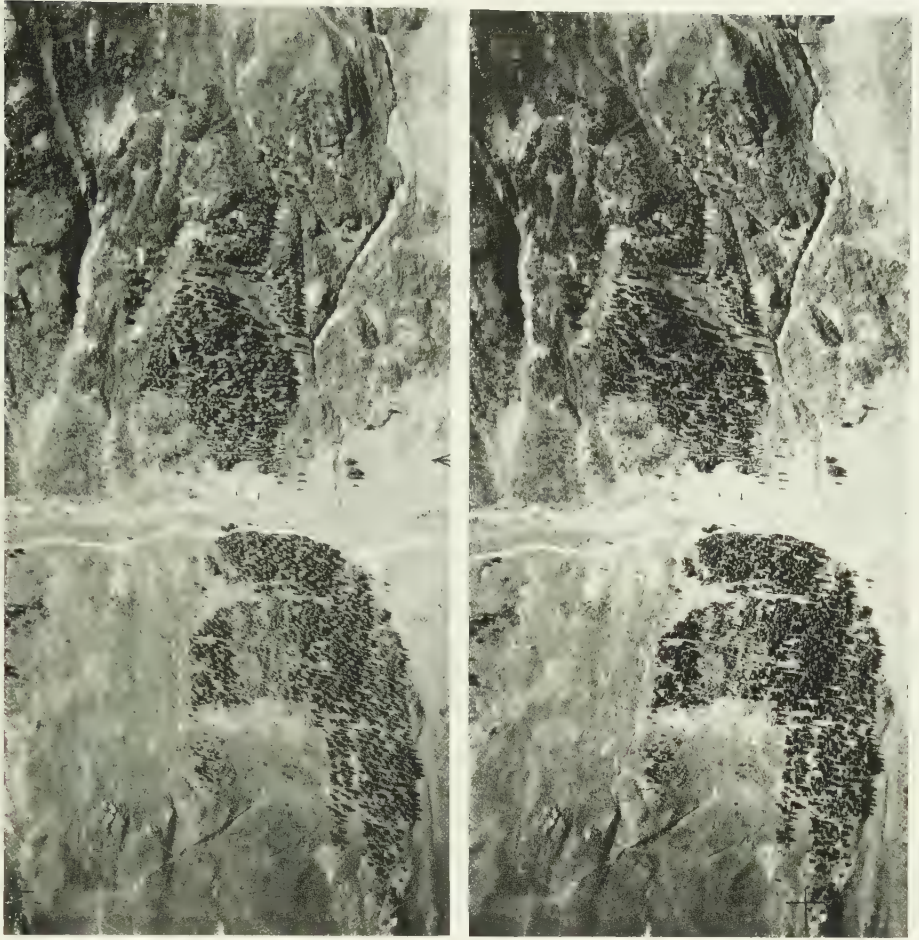
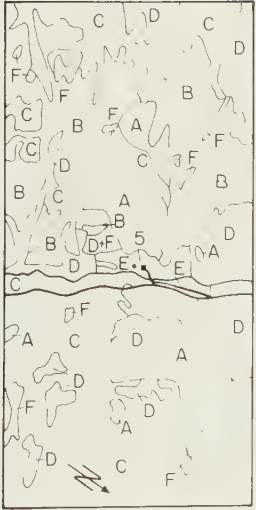


Bild 2: 15. 9. 1956 Kindschhaus, 1750 müM.

An dieser Stelle endet der Wald wie abgeschnitten. Das Aussehen des Tales ändert sich schlagartig. Die letzten Waldflächen sind klein, ihre Struktur ist sehr unregelmäßig und stellenweise stark aufgelockert. In den unteren Partien dominiert noch die Fichte, in den höheren Lagen überwiegen vor allem Arve und Lärche. Die Gebüsch-Formation ist verbreitet, besonders am linken Hang (obere Bildhälfte) die Legföhre. Auf der Gegenseite sind im Zwergstrauchgürtel die hellen Brandflächen gut sichtbar. Im Talboden liegt die erste Alp.

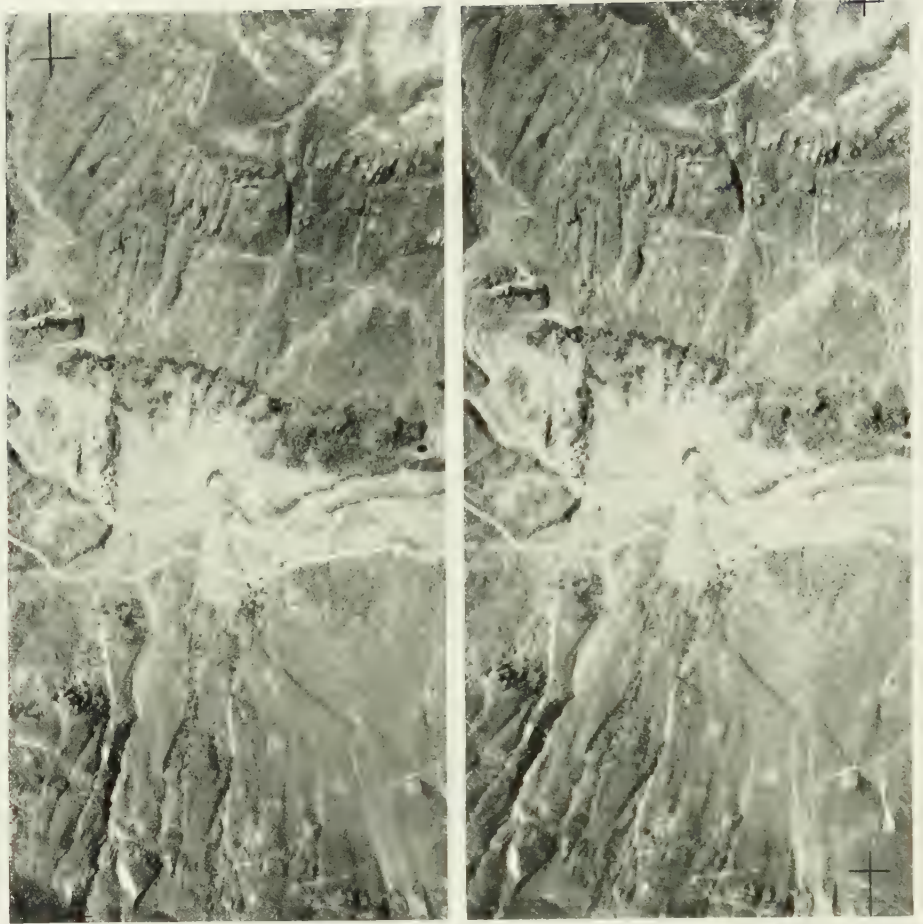
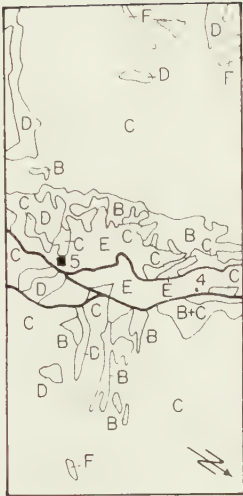


Bild 3: 15. 9. 1956 Am Rhin, 1850 müM.

Die Aufnahme zeigt einen Ausschnitt aus dem waldlosen hinteren Talteil, den flachen Talboden von »Gadmen« und die Stufe »Am Rhin« mit dem Endmoränenkranz. Wir finden nur noch vereinzelte Bäume. Im Alpdörfchen »Am Rhin« steht die hinterste Arve. Die Gebüsche sind auf kleinere Flächen an den Talflanken beschränkt. Die Sohle wird von den Alpfttewiesen eingenommen. Sonst dominiert die Zwergstrauch-Formation, durchsetzt von Stellen mit Rasen oder Schutthäufungen. Zahlreiche Bacheinschnitte gliedern die Hänge.

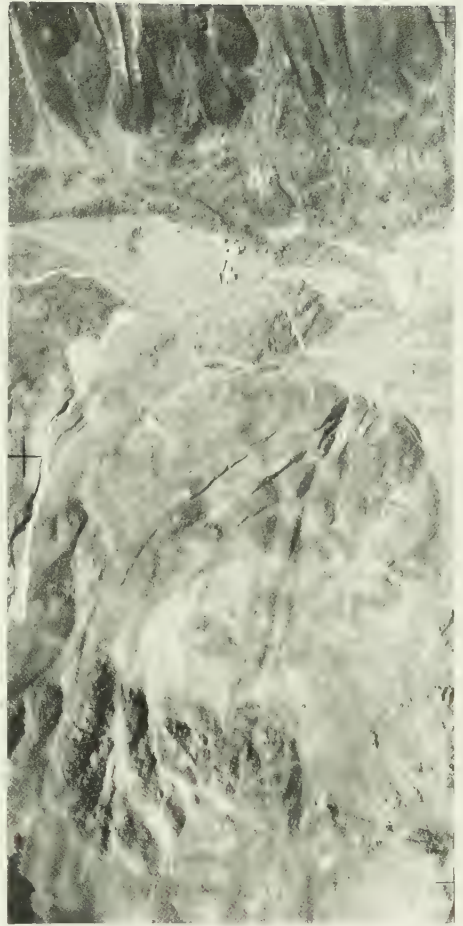
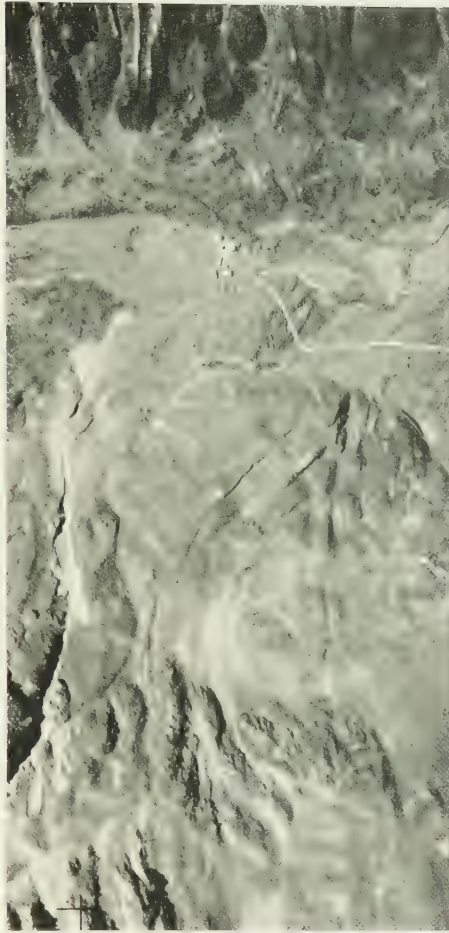
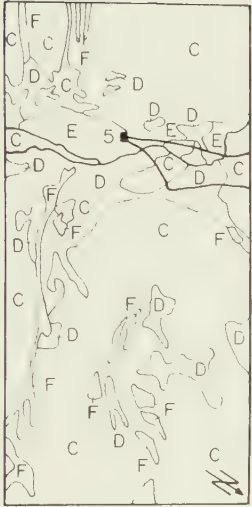


Bild 4: 15. 9. 1956 Dürrboden, 2000 müM.

Das Fahrsträßchen endet bei den letzten Häusern des Tales. In der Nähe der Alpsiedlung finden sich die letzten Baumkrüppel, am linken Hangfuß wenige Einzelbüsche. Sie geben zu erkennen, daß sich der Talboden bis zuhinterst im subalpinen Bereich befindet. Umgekehrt zeigt der aufgelockerte Zwergstrauchgürtel, daß mit zunehmender Höhe schnell die alpine Stufe erreicht wird. Die Zwergsträucher sind vor allem auf die steileren Hänge verwiesen, auf den Verflachungen breitet sich Rasen aus. Das Tal macht einen rauen, steinigen Eindruck. Überall liegen Felsblöcke herum; vegetationsfreie Flächen, Schutthalden und Erosionsstellen sind häufig.



Bild 5: 15. 9. 1956 Stillberg, 1950–2400 müM.

Das Bild veranschaulicht die einzelnen Höhenstufen am linken Talhang. Von der Waldgrenze aus kommt man durch einen sich nach oben allmählich auflösenden Zwergstrauchgürtel in die Zone der Natürlichen Wiesen und dann in die Gipfelpartie mit anstehendem Fels und großen Blockschutt-Deponien.



Bild 6: 15. 9. 1956 Kriegmatte – Teufi – Gulerigenhaus, 1700 müM.

Die Verschiedenheit der beiden Talseiten kommt hier gut zum Ausdruck. Der rechte Hang ist weitgehend mit Wald bedeckt, auf der linken Seite ist er in kleine Einheiten aufgelöst, zerschnitten von Bächen und Lawinenschneisen, in denen Gebüsche verbreitet sind.

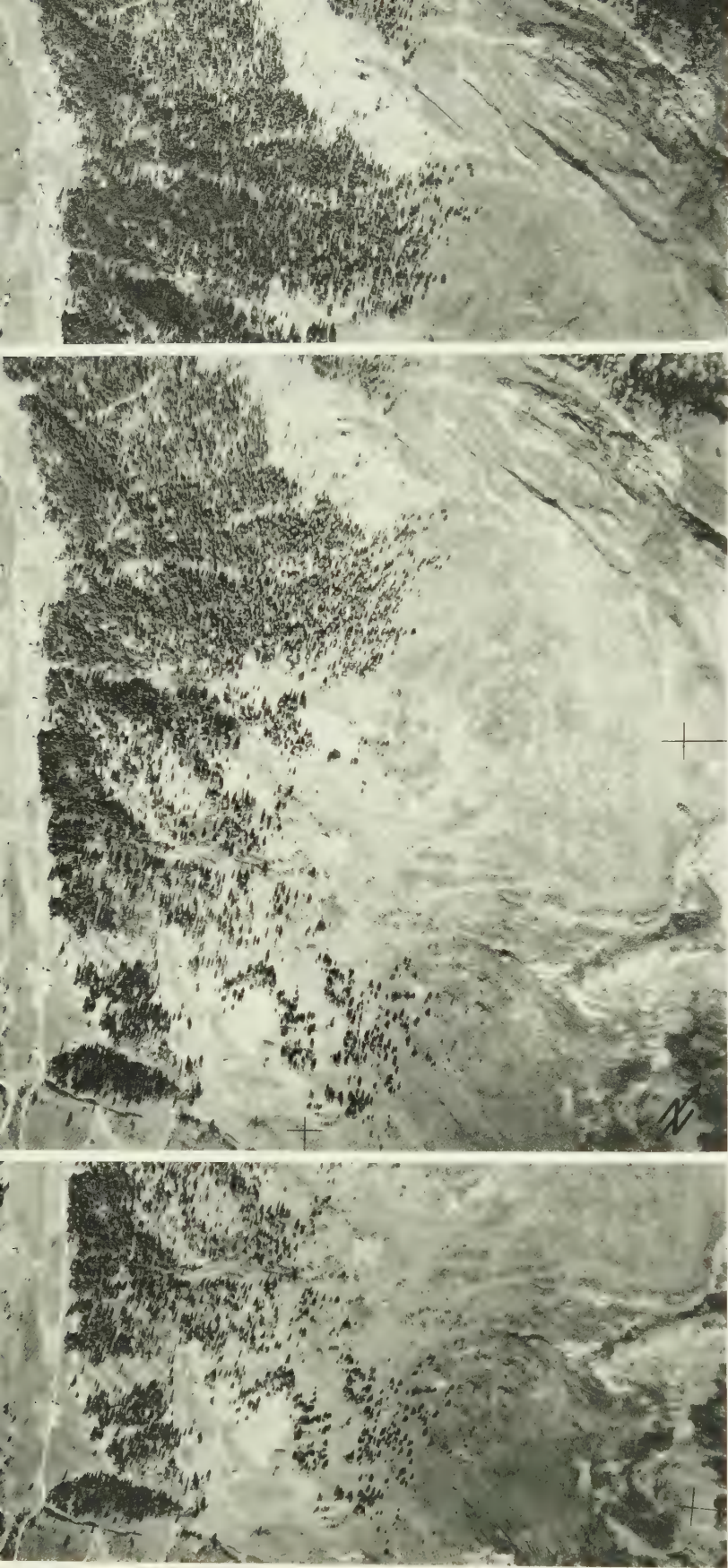


Bild 7: 15. 9. 1956 Bühlenberg – Am Berg 1800–2400 müM.

Die Aufnahme bildet das Gegenstück zu Nr. 5. Sie zeigt die Verhältnisse am Sonnenhang. Die Waldgrenze ist stark heruntergedrückt, um Platz für Mähwiesen zu gewinnen. Die Auflösung und Obergrenze des Zwergstrauchgürtels (Zwergwacholder) ist an dieser Stelle eindrucklich zu verfolgen.

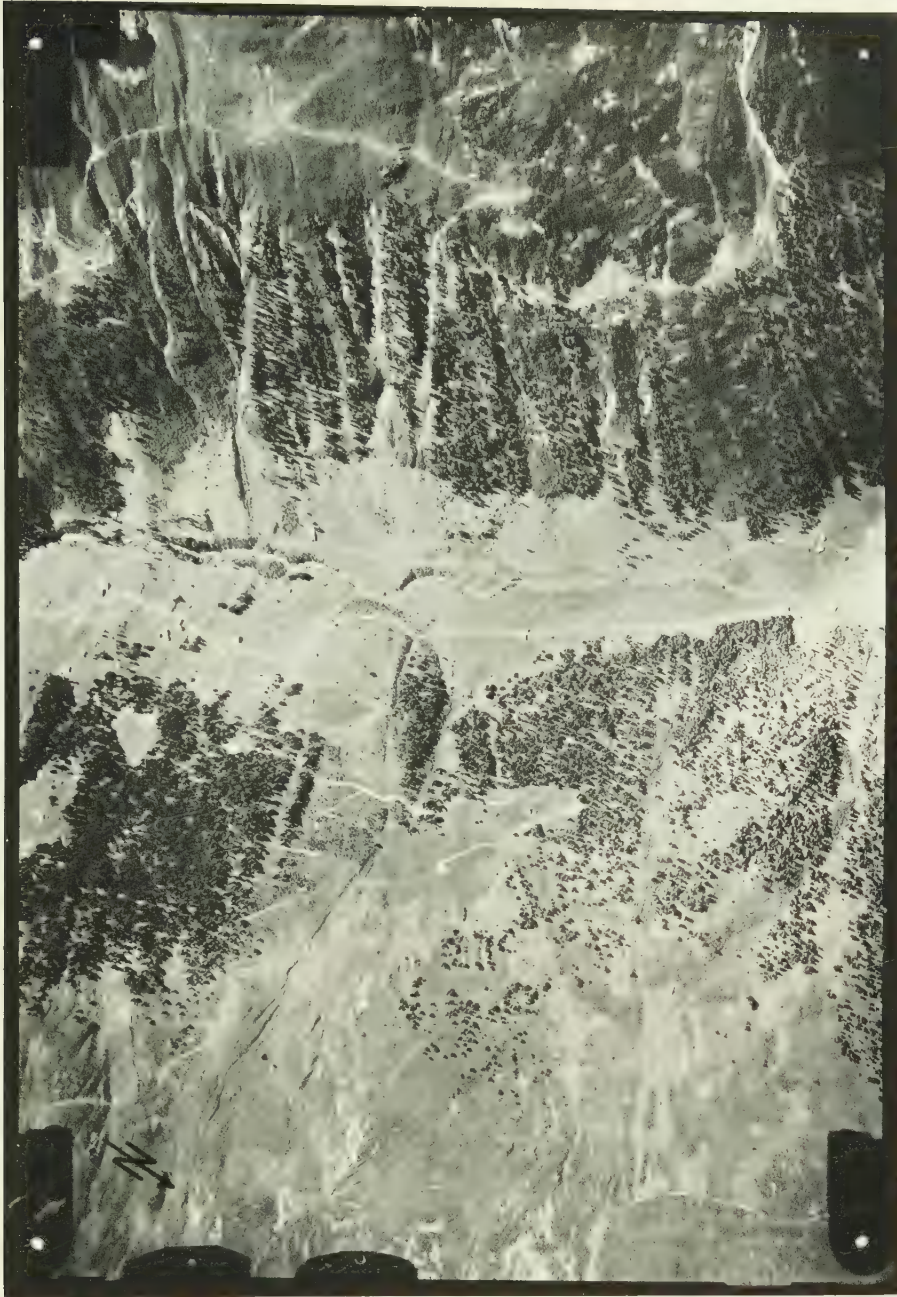


Bild 8: (Aug.) 1930 Am Berg – Chaiserer – Stillberg, 1600–2250 müM.

Als Vergleich zur vorangehenden Aufnahme wird hier ein ähnlicher Ausschnitt des Tales im Zustand von 1930 wiedergegeben. Die Veränderungen sind bedeutend (siehe Karte 14). Besonders auffallend ist die viel umfangreichere Nutzung des Bühlenbergs als Mähder (charakteristisches Streifenmuster infolge Mahd im Zweijahres-Rhythmus), der mäandrierende Dschmabach im Talboden von Chaiserer, der lockere Waldbestand und das Fehlen der Lawinschneise unterhalb der Alp »Am Berg«.



Bild 9: 23. 9. 1960 Chaiserer – Bühlenberg, 1600–2400 müM.

Das gleiche Gebiet, hier im Zustand von 1960, kann nochmals mit den beiden vorangehenden Bildern verglichen werden. Die Veränderungen gegenüber 1956 sind gering. Immerhin wurden die Mähder im Bühlenberg ganz aufgegeben. Eindrücklich steht die große Brandfläche mit der scharfen Obergrenze gegen den Zwergstrauchgürtel heraus.

Das Stereogramm enthält alle wesentlichen Merkmale einer Spätherbst-Aufnahme. Positiv zu werten sind die großen Grauton-Differenzen zwischen Zwergsträuchern und Natürlicher Wiese und zwischen den einzelnen Nadelbaum-Arten, sowie die mögliche Identifikation aller geemdeten Tal-fettwiesen. Negativ bemerkbar machen sich die Expositions-Unterschiede infolge des tiefen Sonnenstandes. Sie sind am besten im Grauton der Talfettwiesen zu beiden Seiten des Dischmabachs zu erkennen. Die steilen Abschnitte (Wald) des linken Talhangs befinden sich bereits im Schatten.

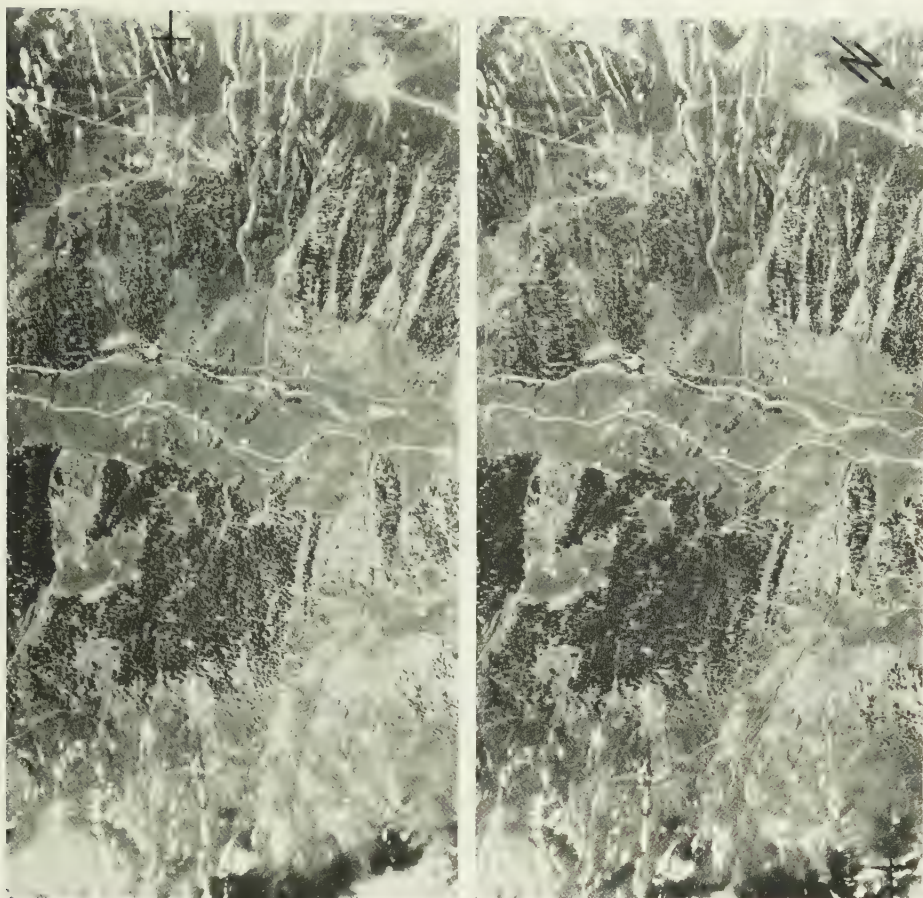


Bild 10: 31. 5. 1960 Am Berg – Hof – Stillberg, 1650–2250 müM.

Die folgenden drei Stereogramme zeigen zusammen mit dem Vorangehenden das Tal zu verschiedenen Jahreszeiten. In der hier vorliegenden Frühlings-Aufnahme lassen sich die Fettwiesen an ihrem dunklen, satten, einheitlichen Ton besonders gut bestimmen. Günstig sind auch die Grauton-Unterschiede zwischen den einzelnen Baumarten, zwischen Laub- und Nadelholz-Gebüsch und zwischen Zwergsträuchern und Rasen. In den höheren Abschnitten liegen allerdings noch vereinzelte Schneeflecken, die sich bei einer Interpretation störend auswirken können.

Die Versuchsfläche der EAFV auf der Stillbergalp ist an dem das Gelände erschließenden Wegnetz gut abgrenzbar.

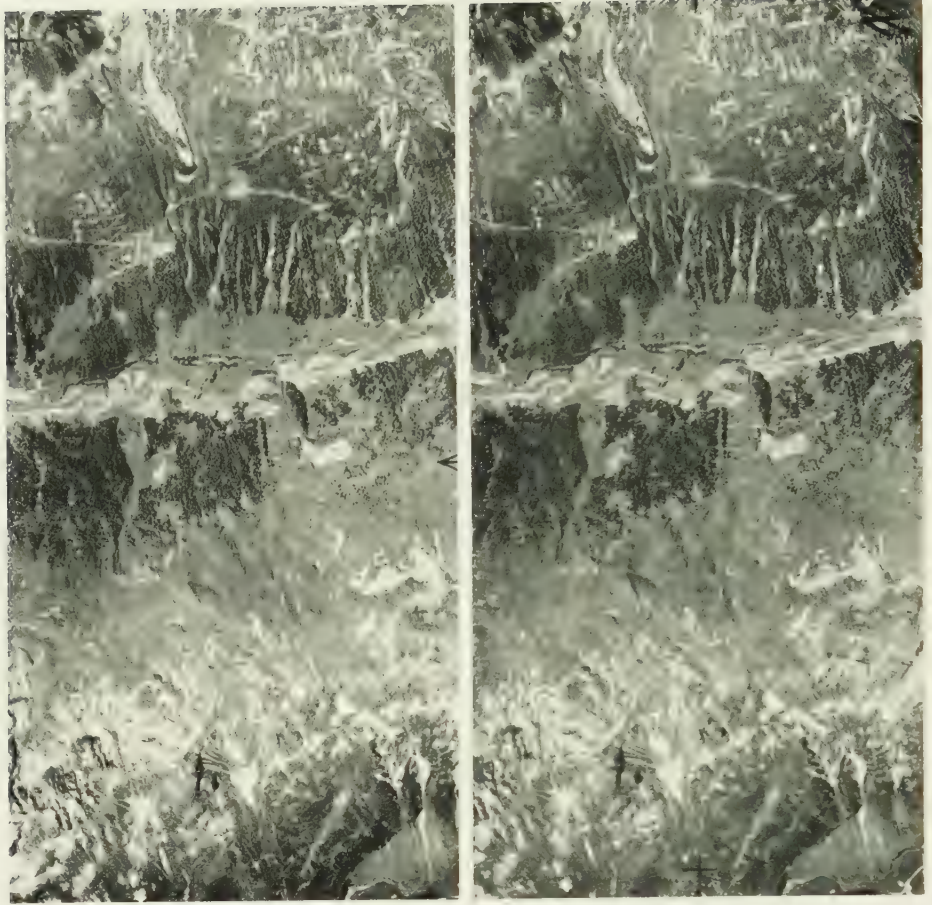


Bild 11: 14. 7. 1959 Baslerkopf – Hof – Stillberg, 1600–2600 müM.

Der kleinere Maßstab erlaubt, den ganzen Talquerschnitt zu überblicken. Der Heuet hat begonnen, wobei die Wiesen auf der sonnenexponierten Seite zuerst geschnitten werden. Die Grauton-Differenzen sind im Sommer relativ klein. Die Jahreszeit ist für eine Interpretation weniger geeignet. Die einzelnen Formationen und ihr andeutungsweise stockwerkartiger Aufbau sind aber doch erkennbar. Dabei stechen die großen vegetationsfreien Flächen mit ihrem hellen Ton unterhalb der Gipfel von Baslerkopf, Bühlenhorn etc. hervor. Am rechten unteren Bildrand ist die Flüela-Paßstraße zu sehen.

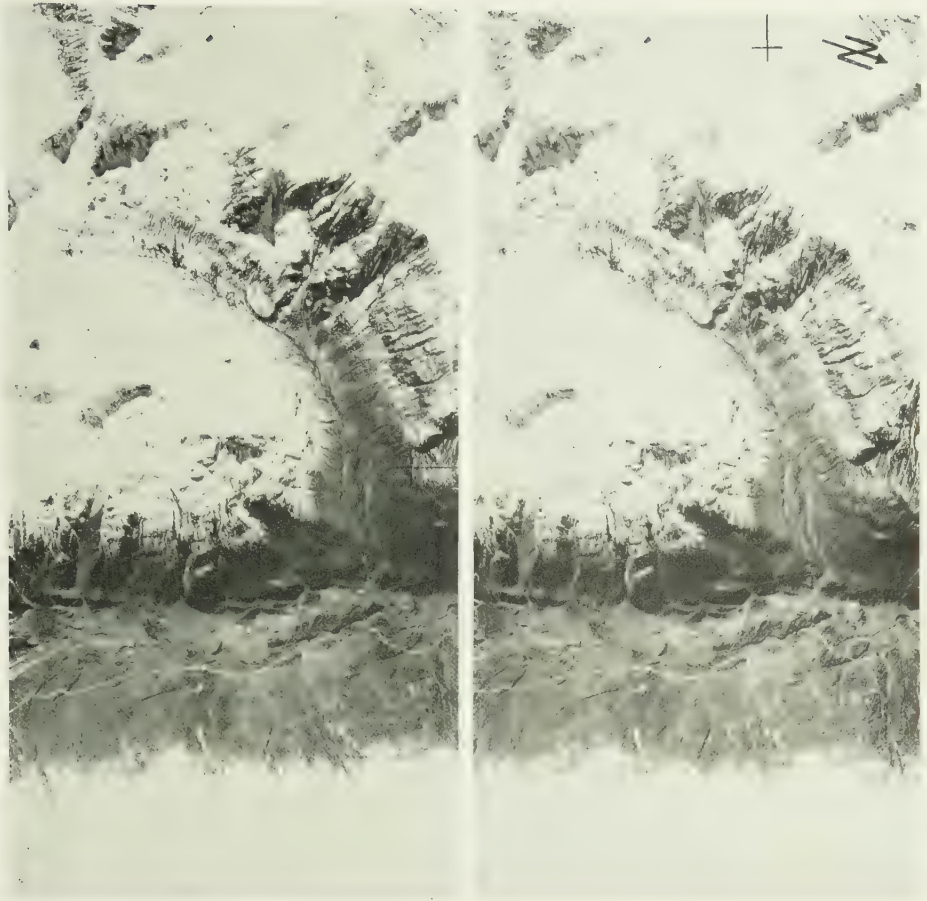
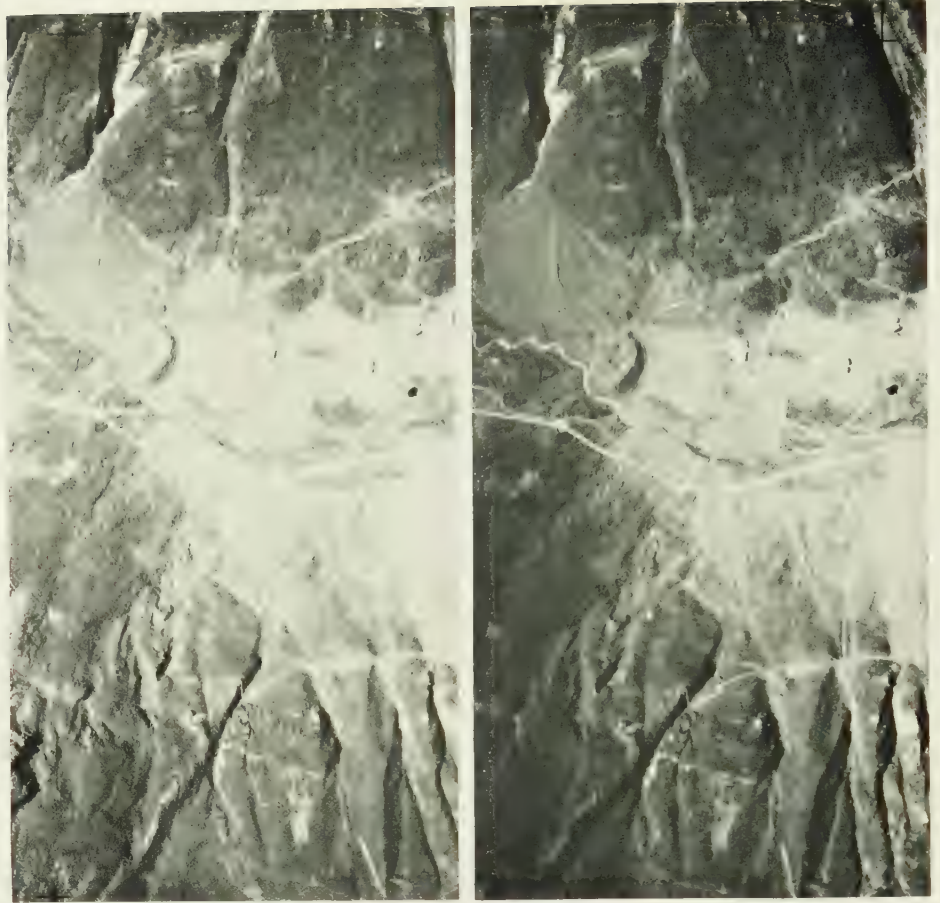
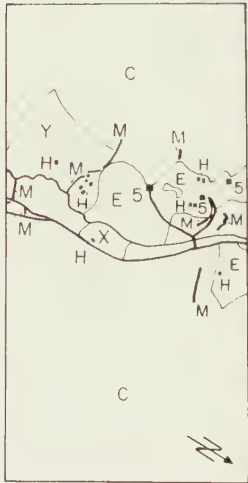


Bild 12: 9. 9. 1960 Wiesenalp – Rhinertäli, 1850–2800 müM.

Frühe Schneefälle im Herbst können die mögliche Zeit für Bildflüge stark einschränken. Die höheren Lagen sind vollständig eingeschneit, die temporäre Schneegrenze ist leicht festzulegen. Dank der Schneedecke wird das Kleinrelief deutlich herauspräpariert.

Man vergleiche die Aufnahme mit der aus gleichem Jahr stammenden Abb. 9. Sie veranschaulichen die wechselvollen Verhältnisse im Herbst. Später im Jahr aufgenommene Bilder können manchmal für eine Interpretation geeigneter sein. Nicht immer aber schmilzt der vorzeitig gefallene Schnee nochmals weg.

Im Talboden sind die gemähten Alpftwiesen an ihrem hellgrauen Ton erkennbar.



- H = Hauswüstung
M = Funktionsloses Mäuerchen
X = Fettwiese, beweidet
Y = Flurwüstung (aufgegebene Mähwiese mit zugehörigen Hausresten)

Bild 13: 15. 9. 1956 Alpwiesen – Jenatschenalp, 1930 müM.

Die Veränderungen im Wiesenareal, die Wechsel in der Wirtschaftsweise, die verschiedenen Stadien der Rückbildung der gemähten Fettwiesen in die Zwergstrauch-Weide und die dabei entstehenden Reliktformen (Hauswüstungen, funktionslose Mäuerchen) lassen sich hier gut verfolgen (siehe Erläuterungsskizze und Karte 13).

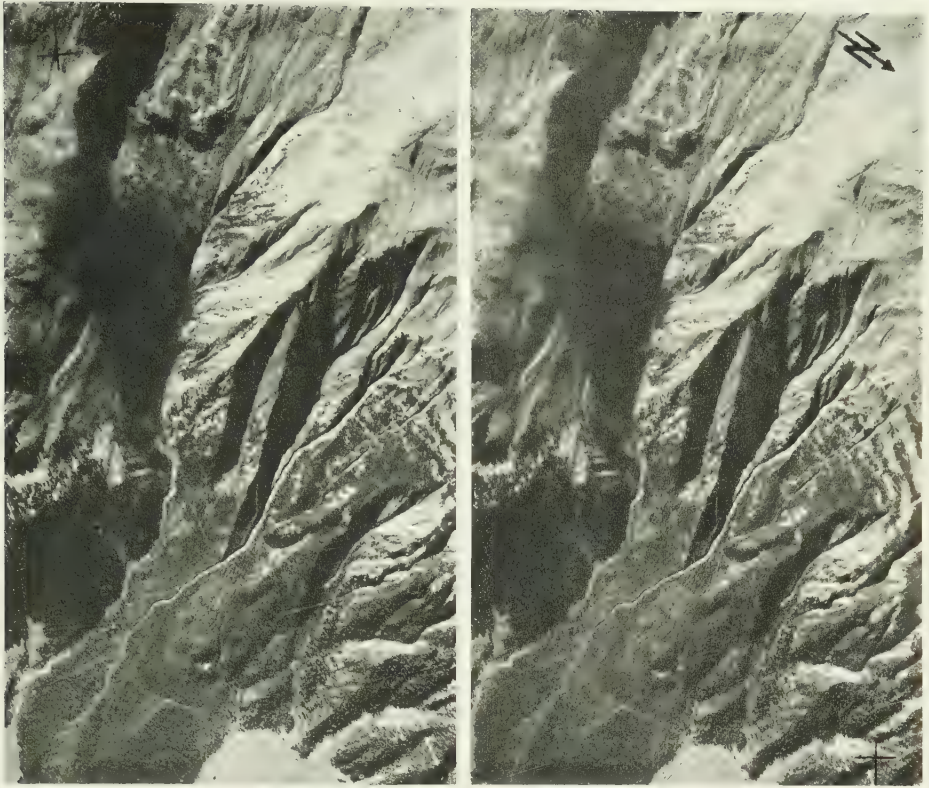


Bild 14: 23. 9. 1960 Wolfgang – In den Arelen, 1640–2250 müM.

Das Bergsturzgebiet von Wolfgang mit seinen armen Böden auf Serpentin schutt ist das Areal der Bergföhre. Auf dem kontinuierlich ansteigenden Schuttkegel kommt der allmähliche Übergang von der aufrechten Bergföhre zur Legföhre prachtvoll zum Ausdruck. Der Stereoeffekt nimmt ständig ab, der Grauton wird entsprechend dunkler. Die Legföhren stoßen noch weit in die steilen, sonst praktisch vegetationsfreien, tief zerschnittenen Hänge des Totalphorns hinauf vor. Eine scharfe Grenze besteht zwischen dem Gebiet der Bergföhre und dem seitlich anschließenden Fichten-Lärchen-Wald.



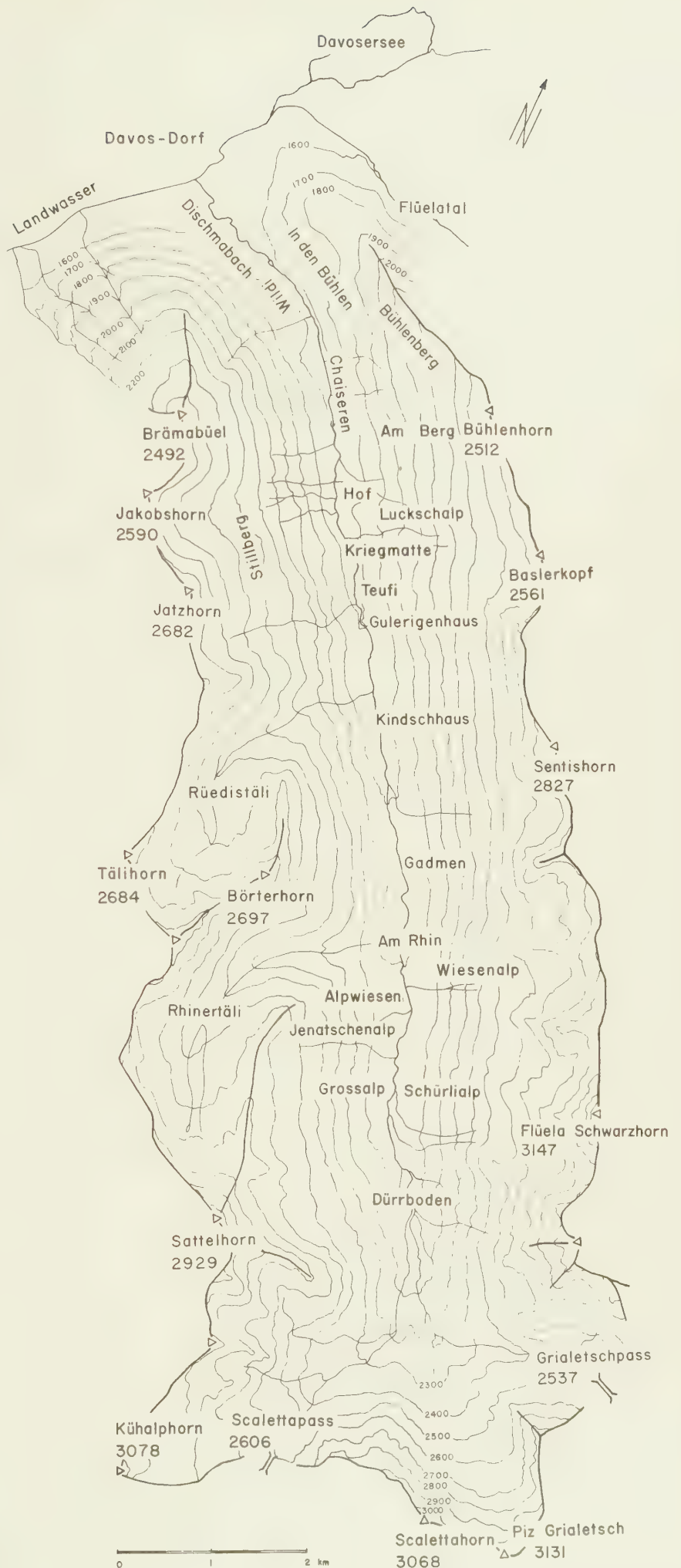
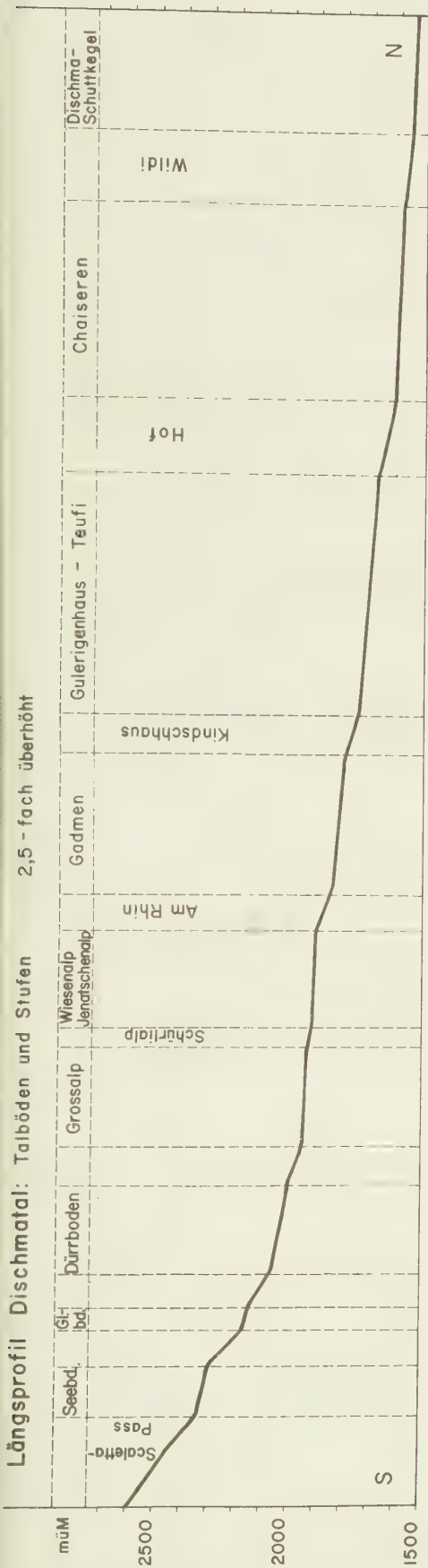
Bild 15: 23. 9. 1960 Davos-Dorf – Dorfberg, 1650–2500 müM.

Im Waldareal über Davos-Dorf bestehen große Lücken. Die kümmerlichen Waldreste vermögen den Ort nicht mehr vor Lawinen zu schützen. Darum mußten große Lawinenverbauungen errichtet werden. Auf mehreren Probestflächen wurde auch mit Erfolg versucht, wieder Bäume zu pflanzen. Die Aufforstungs-Areale sind an ihren scharfen Grenzen und dem regelmäßigen Bestand gut erkennbar. Die Zusammenhänge zwischen Relief, Vegetation (Wald), Lawinen und menschlicher Tätigkeit sind hier anschaulich faßbar.

Durch das ganze Bild zieht sich die Geleiseanlage der Davos-Parsenn-Bahn.

Karte 1

Übersicht und Längsprofil



Karte 2
Lage der Abbildungen

V

3

○ Lage der Bildmittelpunkte des
September - Flugs 1956. Bildformat
siehe Bild 5 - 7

Lage der Schlüsselstereogramme
(die Nummern entsprechen der
Nummerierung im Schlüssel)

Lage der Bilder S. 164 - 178

----- Grenze der stereoskopischen
Überdeckung des September - Flugs
1956, resp. des bearbeiteten Gebietes
am Talausgang

0 1 2 km



Karte 3
Wald - Formation

-  Reinbestand Fichte
-  Reinbestand Lärche
-  Reinbestand Arve
-  Reinbestand Bergföhre
-  Mischbestand Fichte - Lärche
-  Mischbestand Fichte - Arve
-  Mischbestand Lärche - Arve
-  Mischbestand Lärche - Bergföhre
-  Mischbestand Fichte - Lärche - Arve

0 1 2 km



Karte 4
Gebüsch - Formation

- Nadelholz - Gebüsche
- Laubholz - Gebüsche

0 1 2 km



Karte 5
Zwergstrauch - Formation

- Zwergsträucher allgemein, geschlossene Bestände
- Zwergsträucher allgemein, lockere Bestände
- Alpenrosen dominierend, geschlossene Bestände
- Alpenrosen dominierend, lockere Bestände
- Zwergwacholder dominierend, geschlossene Bestände
- Zwergwacholder dominierend, lockere Bestände
- Zwergsträucher mit vereinzelt Bäumen, geschlossene Bestände
- Zwergsträucher mit vereinzelt Bäumen, lockere Bestände
- Zwergsträucher mit eingestreuten Felsblöcken und Lockergesteinen, geschlossene Bestände
- Zwergsträucher mit eingestreuten Felsblöcken und Lockergesteinen, lockere Bestände

0 2 km

Karte 6

Formation der Natürlichen Wiesen



Karte 7

Formation der Wirtschafts - Wiesen



Karte 8

Formation der Vegetationsfreien Flächen

-  Anstehender Fels
-  Lockermaterial: Felsblöcke, Blockschutt, Schutthalden

0 1 2 km

Karte 9

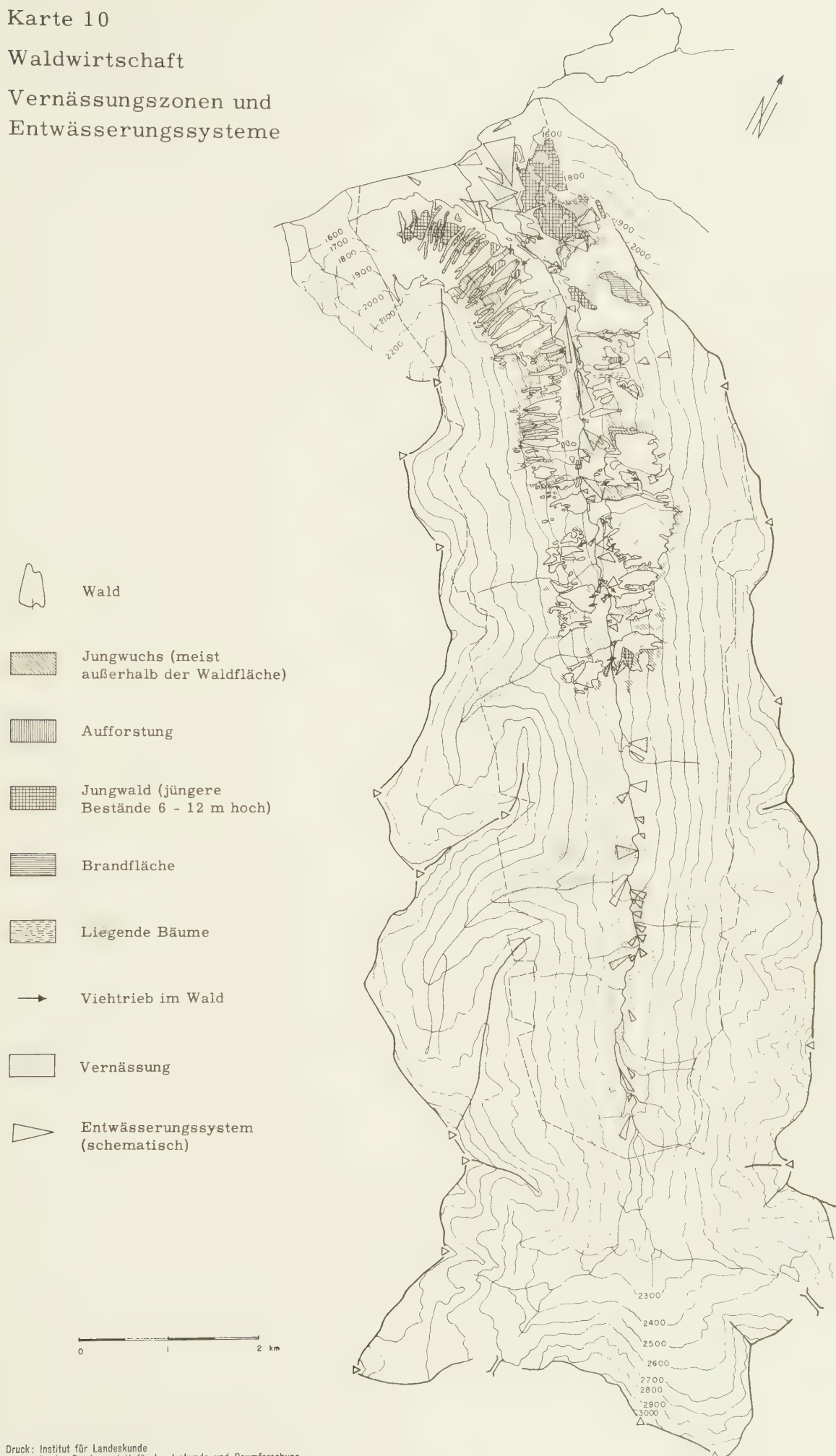
Formation der Gärten



Karte 10

Waldwirtschaft

Vernässungszonen und Entwässerungssysteme

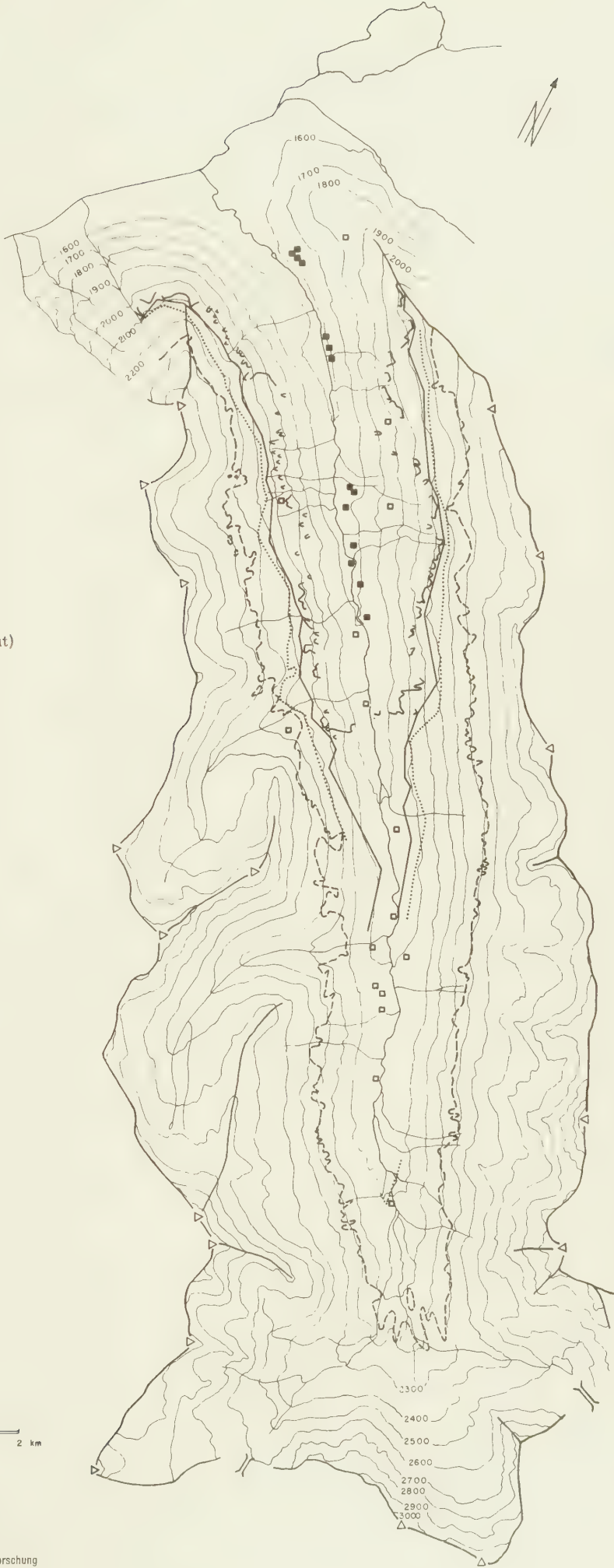


Karte 11
Höhengrenzen



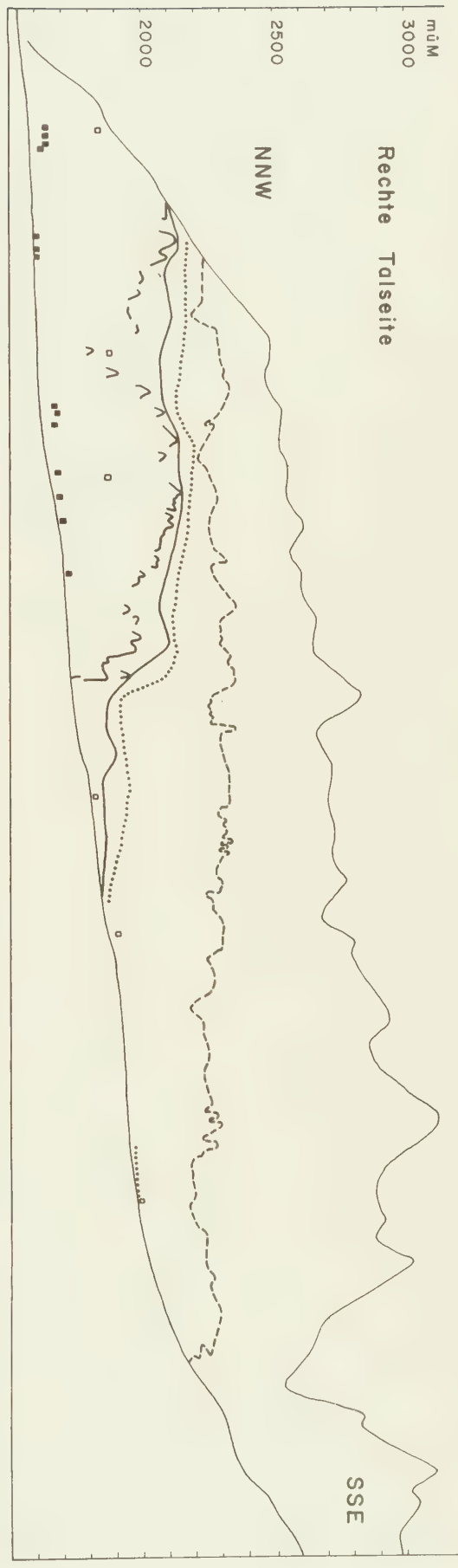
- Dauersiedlung (Talgut)
- Alpsiedlung
- ~ Waldgrenze
- Baumgrenze
- ... Krüppelgrenze (soweit im Luftbild ausscheidbar)
- - - Alpenrosen- und Zwergwacholdergrenze

0 1 2 km



Profile der Höhengrenzen

2,5 - fach
überhöht



■ Dauersiedlung (Talgut)

□ Alpsiedlung

Waldgrenze

Baumgrenze

Krüppelgrenze
(soweit im Luftbild
ausscheidbar)

Alpenrosen- und
Zwergwacholder-
grenze

0 1 2 km

Karte 12

Hauswüstungen

Ehemalige Mähdergebiete



Karte 13

Veränderungen im Wiesenareal

- Nach topographischer Karte:

Fahrsträßchen

Fahrweg

Dischmabach

Seitenbäche
- Nach topographischer Karte, kontrolliert und ergänzt nach Luftbild:

Fußweg

Gebäude
- Nach Luftbild:

Mäuerchen

Mäuerchen, nur noch Reste vorhanden

Fettwiese, gemäht

Fettwiese, beweidet

Ehemalige Fettwiese, beweidet

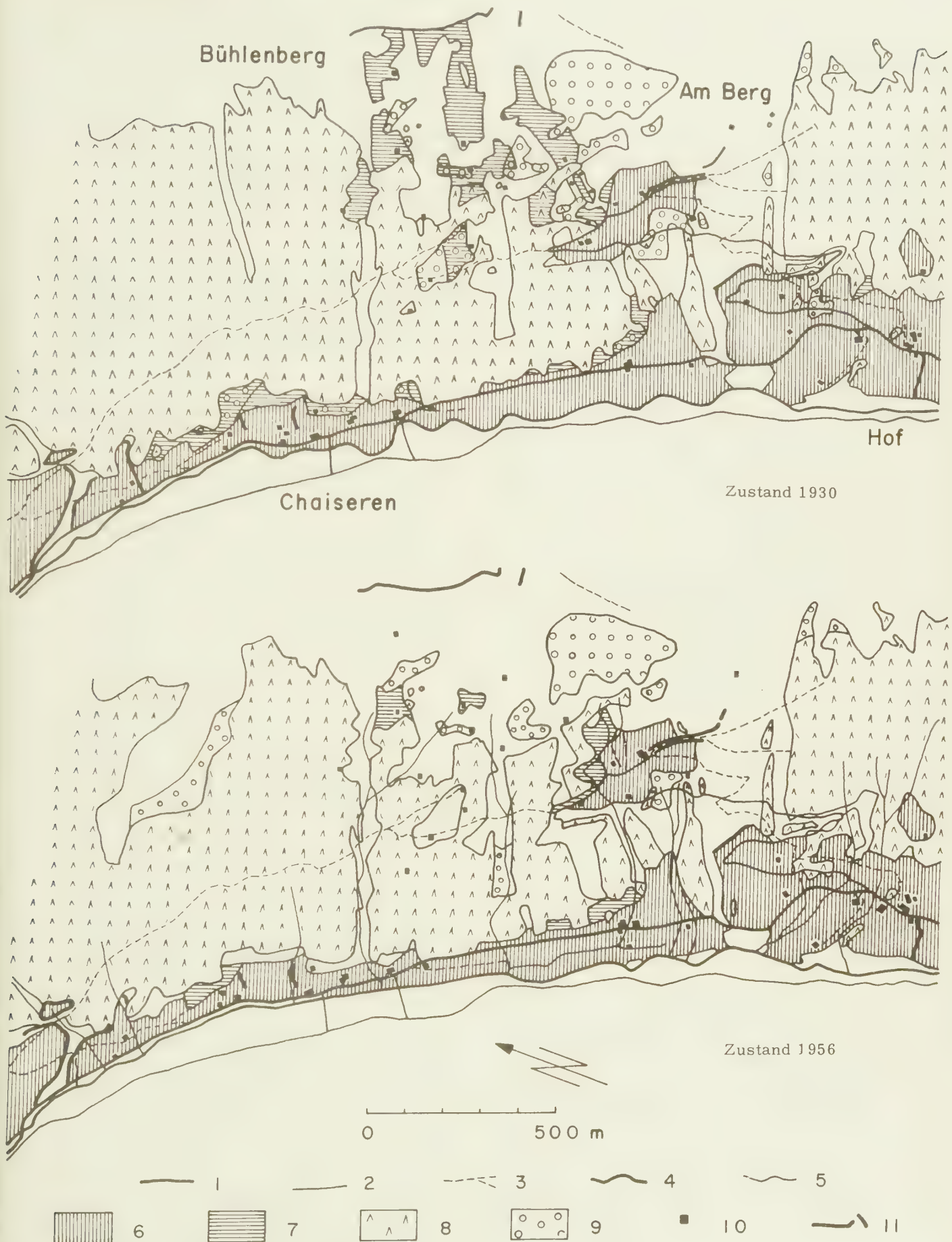
Ehemalige Mähwiese, mit lockerer Zwergstrauch-Bestockung

Ehemalige Mähwiese, mit geschlossener Zwergstrauch-Decke

Zwergstrauch-Weide

01000 m

Karte 14. Jüngste Veränderungen in der Kulturlandschaft



1 Fahrsträßchen, 2 Fahrweg, 3 Fußweg, 4 Dischmabach, 5 Seitenbäche, 6 Fettwiese, 7 Mäher oder Magerwiese, geschnitten, 8 Wald, 9 Bäume, einzelstehend, 10 Gebäude, 11 Mäuerchen.

Literaturverzeichnis¹⁾

PE = Photogrammetric Engineering

- 1 Aichinger, Erwin, 1951: Vegetationskundliche Vorarbeiten zur Ordnung von Wald und Weide. Angewandte Pflanzensoziologie, Heft 2: 53–129, Wien.
- 2 Aichinger, E., Gayl, A. und Hecke, H., 1951: Die Vegetations-Kartierung für Zwecke der Wildbach- und Lawinen-Verbauung. Angewandte Pflanzensoziologie, Heft 2: 129–145, Wien.
- 3 Avery, T., Eugene, 1962: Interpretation of aerial photographs. 192 p. Burgess Publishing Company, Minneapolis.
- 4 Baumann, Hugo, 1957: Forstliche Luftbildinterpretation. 109 p. Selbstverlag der Forstdirektion Südwürttemberg-Hohenzollern, Tübingen-Bebenhausen.
- 5 Becking, Rudolf, W., 1961: Commission VII on photo interpretation – Annual report 1960 for working group on forestry applications. PE 27 (4): 645–653.
- 6 Beresin, A. M. und Winogradov, B. W., 1961: Mikrophotographische Analyse der Abbildung wichtiger Baumarten der Taigazone auf großmaßstäbigen Luftbildern (Übersetzung aus dem Russischen). aus: Akademija Nauk SSSR, Laboratorija Aerometodov: Ispol'zovanie aerometodov pri issledovanii prirodnych resursov: 17–25, Moskau/Leningrad.
- 7 Boesch, Hans und Steiner, Dieter, 1959: Interpretation of land utilization from aerial photographs. Kontrakt mit US-Army, Final Report, 69 p. Geographisches Institut der Universität Zürich.
- 8 Boon, D. A., 1960: Report of Working Group 4 – Interpretation of vegetation. Commission VII, International Society of Photogrammetry. PE 26 (2): 283–302.
- 9 Boon, D. A., 1960: Results of forest type mapping in Switzerland. Publications of the International Training Centre for Aerial Survey, Series B, Nr. 4, 18 p. Delft.
- 10 Boon, D. A., 1960: Aerial photography and forestry. Paper to the ECAFE-Seminar on Aerial Survey Methods and Equipment, Bangkok 1960, 9 p. ITC Delft.
- 11 Boon, D. A., 1962: Die Verwendung des Luftbildes zur Kartierung von Tropenwäldern. Allgemeine Forstzeitschrift 17 (1/2): 7–9, München.
- 12 Braun-Blanquet, J., Pallmann, H. und Bach, R., 1954: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im schweizerischen Nationalpark und seinen Nachbargebieten – Vegetation und Böden der Wald- und Zwergstrauchgesellschaften (Vaccinio-Piceetalia). Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft zur wissenschaftlichen Erforschung des Nationalparks, 200 p. Liestal.
- 13 Brockmann-Jerosch, H., 1919: Baumgrenze und Klimacharakter. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme 6, 255 p. Zürich.
- 14 Brunnschweiler, Dieter H., 1957: Seasonal changes of the agricultural pattern – a study in comparative airphoto interpretation. PE 23 (1): 131–139.
- 15 Cadisch, Jost, 1926: Zur Talgeschichte von Davos. Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens, 285–299, Chur.
- 16 Centre National de la Recherche Scientifique, 1955: Service de la carte phytogéographique. 79 p. Paris.
- 17 Chabrol, P., 1953: Quelques emplois de la photographie aérienne dans un service de restauration des terrains en montagne. Revue Forestière Française, 11: 767–773, Nancy.
- 18 Clos-Arceud, A.: La représentation des formations végétales sur les cartes topographiques et l'interprétation des photographies aériennes. Vervielfältigtes Manuskript, Institut Géographique National, Service de la Documentation Technique, 9 p. Paris (1960?).
- 19 Colwell, Robert, N., 1946: The estimation of ground conditions from aerial photographic interpretation of vegetation types. PE 12 (2): 151–162.
- 20 Colwell, Robert N., 1948: Aerial photographic interpretation of vegetation for military purposes. PE 14 (4): 472–482.
- 21 Colwell, Robert N., 1956: Determining the prevalence of certain cereal crop diseases by means of aerial photography. Hilgardia 26 (5): 223–286, University of California, Berkeley.
- 22 Colwell, Robert N., 1961: Developing the aerial photographic specifications for raisin-lay surveys in California. Report for the Wine Advisory Board, 46 p. University of California, Berkeley.
- 23 Corten, F. L., 1960: Image quality in air photography – degradation and conservation of details in positive copying. Publications of the International Training Centre for Aerial Survey, Series A/B, Nr. 5, 17 p. Delft.
- 24 Daeniker, A. U., 1923: Biologische Studien über Baum- und Waldgrenze. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 68 (1/2): 1–102, Zürich.
- 25 Dillewijn, F. J., van, 1957: Sleutel voor de interpretatie van begroeiingsvormen uit luchtfoto's 1:40 000 van het noordelijk deel van Suriname. Uitgave Dienst's Landsbosbeheer, 45 p. Paramaribo.
- 26 Dürst, Arthur, 1959: Die Interpretation des Luftbildes. Camera 7: 28–33, Luzern.
- 27 Eblin, B., 1901: Die Vegetationsgrenzen der Alpenrosen als unmittelbare Anhalte zur Festsetzung früherer bezweck möglicher Waldgrenzen in den Alpen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 52 (5/6): 1–11.

¹⁾ Die russische Literatur zu unserem Thema ist sehr umfangreich. Sie konnte leider nur verwertet werden, soweit sie in Übersetzungen vorlag. Die Lit.-Angaben sind daher unvollständig. Zahlreiche Übersetzungen verdanke ich Dr. D. Steiner.

- 28 Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen – Eidgenössische Landestopographie, 1961: Kommentar zur Karte der Kastanienverbreitung, Landeskarte 1:25 000. 3 p. Wabern/Bern.
- 29 Eidgenössische Postverwaltung, 1935: Schweizerische Alpenposten, Flüelapaß. 32 p. Bern.
- 30 Einevoll, Ola, 1958: Luftbilete ved fjellbeitetransking (Air-photos in mountain region grassland surveying). Tidskrift for det Norske Landbruk 65: 101–134 (Engl. Summary), Oslo.
- 31 Ellerberg, Heinz, 1954: Naturgemäße Anbauplanung, Melioration und Landespflege. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie Bd. III, 109 p. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- 32 Ellenberg, Heinz, 1956: Grundlagen der Vegetationsgliederung 1. Teil Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Einführung in die Phytologie, Bd. IV, 136 p. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- 33 Fankhauser, F., 1901: Der oberste Baumwuchs. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 52 (1): 1–5.
- 34 Favarger, Claude, 1959: Alpenflora, Subalpine Stufe. 304 p. Kümmerly und Frey, Bern.
- 35 Fischer, Fr., 1959: Einige Gedanken zur forstlichen Forschung im Gebirge. Bündnerwald 12 (7): 210–220, Chur.
- 36 Furrer, Ernst, 1942: Kleine Pflanzengeographie der Schweiz. 127 p. Schulthess, Zürich.
- 37 Furrer, Ernst, 1962: Vegetationsforschung in der Schweiz seit 1900. Geographica Helvetica 17 (1): 43–57.
- 38 Gams, Helmut, 1927: Die Wandlungen der alpinen Baumgrenzen. Aus der Heimat, 40 (6): 178–184, Stuttgart.
- 39 Gayl, Albert, 1951: Ordnung von Wald und Weide im Bereich der Almen. Angewandte Pflanzensoziologie, Heft 2: 5–41, Wien.
- 40 Gensler, Gian A., 1946: Der Begriff der Vegetationszeit. 142 p. Dissertation, Univ. Zürich. Engadin Press, St. Moritz.
- 41 Grossmann, Heinrich, 1927: Die Waldweide in der Schweiz. 123 p. Dissertation ETH Zürich. Leemann, Zürich.
- 42 Guseinov, A. M., 1955: Die grundlegenden Kennzeichen für die Interpretation reifer und überständiger Bestände mit dem Überwiegen von Eichen, Ulmen, Buchen, Eschen und Birnbäumen von Luftbildern (Übersetzung aus dem Russischen). Geograficeskij Sbornik VII: 121–127, Akademija Nauk SSSR, Moskau/Leningrad.
- 43 Haefner, Harold, 1963: Vegetationskarten des Dischmatales. Manuskript, Geographisches Institut der Universität Zürich.
- 44 Hagen, Toni, 1950: Wissenschaftliche Luftbildinterpretation – Ein methodischer Versuch. Geographica Helvetica 5 (4): 209–276.
- 45 Hager, Karl, 1916: Verbreitung der wildwachsenden Holzarten im Vorderrheintal. Schweiz. Inspektion für Forstwesen, 333 p. Bern.
- 46 Havemann, A. W., 1937: Die Luftbilddaufnahme und die Erforschung der natürlichen Rohstoffquellen (Übersetzung aus dem Russischen). Akademie der Wissenschaft in der UdSSR, Moskau/Leningrad.
- 47 Heinsdijk, Dammis, 1955: Forest type mapping with the help of aerial photographs in the tropics. Tropical Woods, 102, 8 p.
- 48 Helbling, Robert, 1948: Photogeologische Studien. 141 p. Orell Füssli, Zürich.
- 49 Hermes, Karl, 1955: Die Lage der oberen Waldgrenze in den Gebirgen der Erde und ihr Abstand zur Schneegrenze. 277 p. Kölner Geographische Arbeiten 5, Geographisches Institut der Universität Köln.
- 50 Hildebrandt, G., 1961: Luftbildauswertegeräte. Forstarchiv 32 (5): 106–108, Hildesheim.
- 51 Hildebrandt, G., 1962: Luftbildauswertung bei Waldinventuren im Gebiet der Sommer- und Nadelwälder. Allgemeine Forstzeitschrift 17 (1/2): 20–26, München.
- 52 Horak, Egon, 1963: Pilzökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe (Piceetum subalpinum, Rhodoreto-Vaccinietum) der Rhätischen Alpen (Dischmatal, Graubünden). Erscheint 1963 in den Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das Forstliche Versuchswesen, Birmensdorf.
- 53 Hoesli, Jost, 1953: Die vegetationskundliche Gliederung der Schweizer Alpen. Geographische Rundschau 5 (8): 291–297.
- 54 Imhof, Ed., 1900: Die Waldgrenze in der Schweiz. Gerlands Beiträge zur Geophysik, Bd. IV (3), Leipzig.
- 55 Institut Géographique National, 1955: Carte au 1:50 000^e – Type Outre-Mer; Représentation cartographique de la végétation. Vervielfältigtes Manuskript, 9 p. Paris.
- 56 Jenal, Sebastian, 1947: Die Wald-, Siedlungs-, Getreide- und Schneegrenzen im Vorderrheingebiet (Bündner Oberland). Dissertation, Uni. Zürich, 258 p. Imprimerie de La Tribune de Genève.
- 57 Jenny-Lips, Heinrich, 1948: Vegetation der Schweizer Alpen. 240 p. Büchergilde Gutenberg, Zürich.
- 58 Karl, J., Lerchenmüller, L. und Stiefel, D., 1960: Die Bedeutung des Luftbildes für die Wildbachverbauung. Der Tiefbau 2 (12): 635–642, Gütersloh.
- 59 Kelsh, Harry, T., 1943: Hunting rubber from the air. PE 9 (4): 202–221.
- 60 Kommittén för skoglig fotogrammetri, 1955: Tolkning av flygbilder. 157 p. Stockholm.
- 61 Krause, Werner, 1955: Pflanzensoziologische Luftbildauswertung. Angewandte Pflanzensoziologie Heft 10, 60 p. Zentralstelle für Vegetationskartierung, Stolzenau Weser.
- 62 Krause, Werner, 1962: Die Analyse des Landschaftsbaues in der Luftbildauswertung, erläutert an Beispielen aus dem Südschwarzwald. Berichte zur Deutschen Landeskunde 29 (1): 85–98, Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung, Bad Godesberg.
- 63 Kuechler, A. W., 1947: A geographic system of vegetation. Geographical Review 37 (2): 233–240.
- 64 Kuechler, A. W., 1950: Die physiognomische Kartierung der Vegetation. Petermanns Geographische Mitteilungen 94 (1): 1–6.
- 65 Kuechler, A. W., 1953: Vegetation mapping in Europe. Geographical Review 43 (1): 91–97.
- 66 Kuechler, A. W., 1959: Vegetation maps in geographical research. The Professional Geographer 11 (6): 6–8.
- 67 Kuoch, Rolf, 1954: Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weißtanne. Dissertation ETH Zürich, Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen Bd. 30: 131–260, Zürich.

- 68 Kuoch, Rolf, 1957: Vegetationskundliche Schulen – Die Standortstypenbildung. Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen 32 (8): 419–456, Zürich.
- 69 Kurth, A., Weidmann, A. und Thommen, F., 1960: Beitrag zur Kenntnis der Waldverhältnisse im Schweizerischen Nationalpark. Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 36 (4): 221–378, Zürich.
- 70 Kurth, A. und Rhody, B., 1960: Typisierung von Aufforstungen mit Hilfe der Luftphotographie. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 111 (11): 637–639.
- 71 Kurth, A., Rhody, B. u. a., 1962: Die Anwendung des Luftbildes im schweizerischen Forstwesen. Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Bd. 38, 224 p. Birmensdorf.
- 72 Laely, A., 1944: Der Wald in der Geschichte der Landschaft Davos. 75 p. Davos.
- 73 Laer, Wilhelm, von, 1955: Forstliche Photogrammetrie. In: Rubner, K.: Neudammer Forstliches Lehrbuch: 43–71, Neumann, Neudamm.
- 74 Laer, Wilhelm, von, 1960: Der Wald im Luftbild – Einige Gesichtspunkte für die forstliche Luftbildinterpretation. Landeskundliche Luftbildauswertung im mitteleuropäischen Raum, Heft 3: 37–40, Institut für Landeskunde, Bad Godesberg.
- 75 Leibundgut, Hans, 1938: Wald- und Wirtschaftstudien im Lötschental. Beiheft zu den Zeitschriften des Schweizerischen Forstvereins Nr. 18, 150 p. Bern.
- 76 Leibundgut, Hans, 1951: Aufbau und waldbauliche Bedeutung der wichtigsten natürlichen Waldgesellschaften in der Schweiz. 102 p. Eidg. Inspektion für Forstwesen, Bern.
- 77 Luedi, Werner und Vareschi, Volkmar, 1936: Die Verbreitung, das Blühen und der Pollenniederschlag der Heufieberpflanzen im Hochtale von Davos. Berichte über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich für das Jahr 1935: 47–112, Zürich.
- 78 Lueder, Donald, R., 1959: Aerial photographic interpretation – principles and applications. 462 p. McGraw-Hill Book Company, New York.
- 79 Manual of Photographic Interpretation, 1960. 868 p. American Society of Photogrammetry, Washington.
- 80 Moessner, Karl, E., 1953: Photo interpretation in forest inventories. PE 19 (3): 496–508.
- 81 Müller-Miny, Heinrich, 1952: Natur und Kultur des Landes an der mittleren Warthe im Luftbild. Landeskundliche Luftbildauswertung im mitteleuropäischen Raum, Heft 1, 36 p. Amt für Landeskunde. Remagen.
- 82 Müller-Miny, Heinrich, 1953: Geographisch-landeskundliche Luftbildauswertung. Geographisches Taschenbuch 1953: 489–498, Stuttgart.
- 83 O'Neill, Hugh, T., 1953: Keys for interpreting vegetation from air photographs. PE 19 (3): 422–425.
- 84 Pockberger, J., 1958: Probleme der Kampfzone des Waldes. Allgemeine Forstzeitung 69 (1/2): 1–4, Wien.
- 85 Powers, William, E. und Kohn, Clyde, F., 1959: Aerial photo-interpretation of landforms and rural cultural features in glaciated and costal regions. Northwestern University Studies in Geography, Nr. 3, 111 p. Department of Geography, Northwestern University Evanston, Illinois.
- 86 Ramser, Ernst, 1951: Der Alpkataster als Planungsgrundlage für die Berggebiete. In: Güter-, Rebberg- und Waldzusammenlegung, Baulandumlegung, Landesplanung. Ergänztter Sonderdruck aus: Plan 8 (3): p. 21–24.
- 87 Raup, Hugh, H., 1950: Photo interpretation of the terrain along the southern part of the Alaska Highway. Geological Survey Bulletin 963-D: 95–133, Washington.
- 88 Revue Photo Interprétation. Publication trimestrielle; 1961 Spécimen, 1962 Nr. 1 folg. Editions Technip, Paris.
- 89 Rey, Paul, 1952: L'identification de la végétation par la photographie aérienne. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse 87 (1/2): 221–224.
- 90 Rey, Paul, 1954: Photographie aérienne et connaissance du milieu alpin. Etude botanique de l'étage alpin, particulièrement en France, 4 p. Bayeux.
- 91 Rey, Paul, 1957: L'interprétation des photographies aériennes. 40 p. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- 92 Rey, Paul, 1957: Photographie aérienne et problèmes pastoraux. Bulletin de la Fédération Française d'Economie Alpestre Nr. 7: 161–178.
- 93 Rey, Paul: La photographie aérienne et le service de la carte de la végétation. Bulletin du Service de la Carte Phytogéographique, série A, 4 (1): 29–34 (1960?), Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- 94 Rikli, Martin, 1909: Die Arve in der Schweiz. Neue Denkschrift der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft Bd. 44, 400 p. Zürich.
- 95 Samojlowitsch, G. G., 1953: Die Anwendung der Aviatik und der Luftaufnahme im Forstwesen. Kap. IV: Die Interpretation des Waldes auf den Luftbildern (Übersetzung aus dem Russischen). Goslesbumizdat, Moskau/Leningrad.
- 96 Samojlowitsch, G. G. 1961: Die Anwendung von Luftaufnahmen bei der Untersuchung von Waldtypen (Übersetzung aus dem Russischen). In: Primenenie aerometodov v landshaftnyh issledovanijach (Die Verwendung von Luftmethoden in der Landschaftsforschung). Akademija Nauk SSSR, Laboratorija Aerometodow: 70–83, Moskau/Leningrad.
- 97 Sayn-Wittgenstein, L., 1961: Recognition of tree species on air photographs by crown characteristics. PE 27 (5): 792–809.
- 98 Schermerhorn, W., 1960: Actual problems in aerial survey. Publications of the International Training Centre for Aerial Survey, Series A/B Nr. 1, 30 p. Delft.
- 99 Schibler, Wilhelm, 1897: Wie es Frühling wird in Davos – Eine botanische Skizze. Jahrbuch des Schweizer Alpenclub 32: 251–281, Bern.
- 100 Schibler, Wilhelm, 1937: Flora von Davos. 216 p. Chur.
- 101 Schmid, Emil, 1961: Erläuterungen zur Vegetationskarte der Schweiz. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz Heft 39, 52 p. Huber, Bern.
- 102 Schmid, Jakob, 1959: Die forstlichen Verhältnisse der Landschaft Davos. Der Bündnerwald 12 (7): 185–209, Chur.
- 103 Schmidt-Kraepelin, Ernst: Methodische Fortschritte der wissenschaftlichen Luftbild-Interpretation (1–3). Erdkunde 12 (2): 81–107, 1958; 13 (3): 201–213, 1959; 14 (2): 99–115, 1960.
- 104 Schmithüsen, Josef, 1957: Anfänge und Ziele der Vegetationsgeographie. Petermanns Geographische Mitteilungen 101 (2): 81–92.

- 105 Schmithüsen, Josef, 1961: Allgemeine Vegetationsgeographie. Lehrbuch der Allgemeinen Geographie, 262 p. Walter de Gruyter, Berlin.
- 106 Schneider, Sigfrid, 1960: Geräte zur landeskundlichen Luftbildauswertung. Geographisches Taschenbuch 1960/61: 499–505, Steiner, Wiesbaden.
- 107 Schneider, Sigfrid, 1962: Die Stellung der Luftbildinterpretation in der Landesforschung. Bildmessung und Luftbildwesen 30 (1): 20–26.
- 108 Schröter, Carl, 1926: Das Pflanzenleben der Alpen. 1288 p. Raustein, Zürich.
- 109 Schröter, Carl, 1932: Kleiner Führer durch die Pflanzenwelt der Alpen. Zürich.
- 110 Senn, Ulrich, 1950: Davos – Eine geographische Auswertung von Nutzungs- und Siedlungskarte mit Protokoll, unter besonderer Berücksichtigung der Alpwirtschaft. Diplomarbeit (Manuskript), Geographisches Institut der Universität Zürich.
- 111 Senn, Ulrich, 1952: Die Alpwirtschaft der Landschaft Davos. Dissertation Uni. Zürich; Geographica Helvetica 7 (4): 265–350.
- 112 Simontacchi, Alexander, Choate, Grover A. und Bernstein, David A., 1955: Considerations in the preparation of keys to natural vegetation. PE 21 (4): 582–588.
- 113 Sisam, J. W. B., 1947: The use of aerial survey in forestry and agriculture. Imperial Forestry Bureau, Oxford; Imperial Bureau of Pastures and Field Crops, Aberystwyth. Joint Publication Nr. 9, 59 p.
- 114 Smith, Harold T. U., 1943: Aerial photographs and their applications. 372 p. Appleton-Century-Crofts, New York.
- 115 Splechtner, F. und Send, B., 1946: Möglichkeiten und Aufgaben forstwirtschaftlicher Luftbildforschung in Österreich. Internationaler Holzmarkt Heft 19: 8–10, Wien.
- 116 Splechtner, F., 1947: Einige Grundfragen der forst- und vegetationskundlichen Luftbildforschung. Internationaler Holzmarkt, Heft 16: 20–22, Wien.
- 117 Splechtner, F., 1948: Die Alpwirtschaftslandschaft von Kolm–Saigurn – Ein Versuch zur Einführung der Luftbilderkundung in der alpwirtschaftlichen Forschung. Abhandlungen der Geographischen Gesellschaft in Wien 16 (2): 4–40.
- 118 Spurr, Stephen, H., 1948: Aerial photographs in forestry. 340 p. The Ronald Press Company, New York.
- 119 Spurr, Stephen H., 1960: Photogrammetry and photo-interpretation. 472 p. The Ronald Press Company, New York.
- 120 Staub, Rudolf, 1924: Der Bau der Alpen – Versuch einer Synthese. Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz, Neue Folge, 52. Lieferung, 272 p. Francke, Bern.
- 121 Steiner, Dieter, 1956: Die Verwendung von Luftbildern bei wirtschaftsgeographischen Untersuchungen im alpinen Gebiet, dargestellt am Heinzenberg (Graubünden). Diplomarbeit (Manuskript), Geographisches Institut der Universität Zürich.
- 122 Steiner, Dieter, 1960: Die Bedeutung der jahreszeitlichen Aspekte für die Landnutzungsinterpretation auf Luftbildern, gezeigt am Beispiel einer alpinen Agrarlandschaft (Heinzenberg, Graubünden). Landeskundliche Luftbildauswertung im mitteleuropäischen Raum, Heft 3: 51–55. Institut für Landeskunde, Bad Godesberg.
- 123 Steiner, Dieter, 1961: Die Jahreszeit als Faktor bei der Landnutzungsinterpretation, gezeigt am Beispiel des schweizerischen Mittellandes. Landeskundliche Luftbildauswertung im mitteleuropäischen Raum Heft 5, 81 p. Institut für Landeskunde, Bad Godesberg.
- 124 Steiner, Dieter, 1961: Zum Stand der Luftbildinterpretation. Landeskundliche Luftbildinterpretation Nr. 3, 10 p. Institut für Landeskunde, Bad Godesberg; Neue Zürcher Zeitung Nr. 363 und 364, 1. 2. 1962.
- 125 Steiner, Dieter, 1962: Zur Technik und Methodik der Landnutzungsinterpretation von Luftbildern. Berichte zur Deutschen Landeskunde 29 (1): 99–130, Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung, Bad Godesberg.
- 126 Steiner, Dieter und Haefner, Harold, 1962: Die Verwendung von Luftbildern als Planungsunterlage für die wirtschaftliche Neuordnung im Gebirge. Paper für das Symposium über Luftbildinterpretation in Delft. Im Druck.
- 127 Stellingwerf, Donald, A., 1959: Choice of scale and film for aerial photographs for forestry purposes. Vervielfältigtes Manuskript, 9 p. ITC Delft.
- 128 Stellingwerf, Donald, A., 1960: Methods and results of a forestry photo-interpretation. Publications of the International Training Centre for Aerial Survey, Series B, Nr. 8, 11 p. Delft.
- 129 Stone, Kirk, H., 1948: Aerial photographic interpretation of natural vegetation in the Anchorage area, Alaska. Geographical Review 38 (3): 465–474.
- 130 Stone, Kirk, H., 1951: Geographical air-photo interpretation. PE 17 (5): 754–759.
- 131 Stone, Kirk H., 1956: Air photo interpretation procedures. PE 22 (1): 123–132.
- 132 Trepp, W., 1951: Die Pflanzensoziologie im Dienste der Aufforstung und der Wald-Weide-Ausscheidung im Gebirge. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 103 (6/7): 185–201.
- 133 Trepp, W., 1959: Die Waldgesellschaften im Landwassertal. Der Bündnerwald 12 (7): 180–185, Chur.
- 134 Troll, Carl, 1939: Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin (7/8): 241–298.
- 135 Troll, Carl, 1943: Fortschritte der wissenschaftlichen Luftbildforschung. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin (7/10): 277–311.
- 136 US Geological Survey, 1944: Photo interpretation of vegetation in the tropical pacific area and its use as an indicator of kind of ground. Engineering Notes Nr. 20, 115 p. Washington.
- 137 US Naval Photographic Intelligence Center, 1945: Pacific landforms and vegetation. PIC Report Nr. 7, Washington.
- 138 Vink, A. P. A., 1962: Die Bodenkartierung mit Hilfe der Luftbildinterpretation unter europäischen Verhältnissen. Berichte zur Deutschen Landeskunde 29 (1): 131–164, Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung, Bad Godesberg.
- 139 Weiss, Richard, 1941: Das Alpwesen Graubündens. 385 p. Eugen Rentsch, Erlenbach-Zürich.
- 140 Weselowski, N. N., 1958: Luftphotogrammetrie (Aerofototopografija) Kap. V: Die Interpretation

- Abs. 35: Die allgemeinen Grundlagen und die Indikatoren für die Interpretation der Luftbilder (Übersetzung aus dem Russischen). p. 112–119. Geodezizdat, Moskau.
- 141 Wieser, R. F., 1958: Probleme der Kampfzone des Waldes im Hochgebirge. Allgemeine Forstzeitung 69 (1): 8–9, Wien.
- 142 Wieslander, A. E. und Wilson, R. C., 1944: Classifying forest and other vegetation from air photographs. Manual of Photogrammetry: 716–727, Washington.
- 143 Wiktorow, S. W., 1961: Die Verwendung von Luftmethoden bei der Untersuchung der wechselseitigen Beziehung zwischen den Komponenten der Landschaft – am Beispiel des Zusammenhangs zwischen Vegetation und hydrologischen Bedingungen (Übersetzung aus dem Russischen). In: Siehe Lit. 96: 161–167.
- 144 Winogradow, B. W., 1956: Über die Zeitwahl für die Luftaufnahme in Wüsten-Landschaften des südlichen Zentralasiens (Übersetzung aus dem Russischen). Trudy Laboratorii Aerometodov, V: 157–170, Moskau/Leningrad.
- 145 Winogradow, B. W., 1961: Objektive Methoden für die Analyse der Vegetationswiedergabe auf Luftbildern (Übersetzung aus dem Russischen). Aus: Ispol'zovanie aerometodov pri issledovanii prirodných resursov: 5–15, Laboratorija Aerometodov, Akademija Nauk SSSR, Moskau/Leningrad.
- 146 Zehnder, H., 1958: Waldbauliche Auswertung von Luftaufnahmen der Jahre 1944 – 1951 – 1957 des Lehrwaldes Albisriederberg. Diplomarbeit in Forstwirtschaft ETH, Zürich; Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 109 (11): 648–662 (gekürzte Fassung).

Kartenverzeichnis

Landeskarte der Schweiz 1:100 000, Blatt 39, Flüelapaß.

Landeskarte der Schweiz 1:50 000, Blatt 248, Prätigau und 258, Bergün.

Landeskarte der Schweiz 1:25 000, Blatt 1197, Davos.

Schweizerische Grundbuchvermessung: Übersichtsplan der Landschaft Davos 1:10 000, 6 Blätter.

Topographischer Atlas der Schweiz 1:50 000, Blatt 419, Davos und 423, Scaletta.

Vegetationskarte der Schweiz 1:200 000 von E. Schmid, 4 Blätter.

Landschaft Davos: Karte der Verbreitung des Ackerbaus, des Waldes und einiger Laubholzgebüsch. 1:50 000, von M. Rikli (in Lit. 94).

Geologische Karte von Mittelländern 1:25 000, Blatt B, Davos, aufgenommen von J. Cadisch und W. Leupold 1916–1927.

Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, Blatt 423, Scaletta, aufgenommen von P. Bearth, H. Eugster, F. Spaenhauer, A. Streckeisen und W. Leupold 1917–1932.

Abbildungen

Abb. 1	Maßstabsänderungen im Luftbild	33
Abb. 2	Veränderung der Beleuchtungsintensität	35
Abb. 3	Standort eines Objekts und Schattenlänge	35
Abb. 4	Hangneigung und Sonnenhöhe	36
Abb. 5	Hauptstreichrichtung der Gebirgsketten und Aufnahmezeit	36

Tabellen

Tab. 1	Technische Daten der verwendeten Luftbilder	12
Tab. 2	Temperatur und Niederschlag einiger Stationen vom Alpennordrand ins Engadin	16
Tab. 3	Die Verwendungsarten des Luftbildes für die Vegetationskartierung	27
Tab. 4	Sonnenhöhen für Davos	36
Tab. 5	Höhengrenzen-Werte für das Dischma	82

Bilder und Stereogramme mit erläuternden Skizzen

Bilder I-XVII	Schlüssel – Stereogramme mit zugehörigen Bodenphotos	39–55
---------------	--	-------

Bild 1	Stereogramm: Talboden von Chaiseren	96
Bild 2	Stereogramm: Kindschhaus	97
Bild 3	Stereogramm: Am Rhin	98
Bild 4	Stereogramm: Dürrboden	99
Bild 5	Stereobild: Stillberg	100
Bild 6	Stereobild: Kriegmatte – Teufi – Gulerigenhaus	101
Bild 7	Am Berg – Chaiseren – Stillberg 1930	102
Bild 8	Stereobild: Bühlenberg – Am Berg	103
Bild 9	Stereogramm: Chaiseren – Bühlenberg	104
Bild 10	Stereogramm: Am Berg – Hof – Stillberg	105
Bild 11	Stereogramm: Baslerkopf – Hof – Stillberg	106
Bild 12	Stereogramm: Wiesenalp – Rhinertäli	107
Bild 13	Stereogramm: Alpwiesen – Jenatschenalp	108
Bild 14	Stereogramm: Wolfgang – In den Arelen	109
Bild 15	Davos-Dorf – Dorfberg	110

Karten und Profile

Karte 1	Übersicht und Längsprofil	. zwischen S. 110 und 111
Karte 2	Lage der Abbildungen	. zwischen S. 110 und 111
Karte 3	Wald-Formation	. zwischen S. 110 und 111
Karte 4	Gebüsch-Formation	. zwischen S. 110 und 111
Karte 5	Zwergstrauch-Formation	. zwischen S. 110 und 111
Karte 6	Formation der Natürlichen Wiesen	. zwischen S. 110 und 111
Karte 7	Formation der Wirtschafts-Wiesen	. zwischen S. 110 und 111
Karte 8	Formation der Vegetationsfreien Flächen	. zwischen S. 110 und 111
Karte 9	Formation der Gärten	. zwischen S. 110 und 111
Karte 10	Waldwirtschaft Vernässungszonen und Entwässerungssysteme	. zwischen S. 110 und 111
Karte 11	Höhengrenzen	. zwischen S. 110 und 111
	Profile der Höhengrenzen	. zwischen S. 110 und 111
Karte 12	Hauswüstungen Ehemalige Mähdergebiete	. zwischen S. 110 und 111
Karte 13	Veränderungen im Wiesenareal	. zwischen S. 110 und 111
Karte 14	Jüngste Veränderungen in der Kulturlandschaft (1930–1956)	. zwischen S. 110 und 111

CURRICULUM VITAE

Am 21. November 1933 wurde ich, Harold Haefner, als Bürger von Zürich, in Thayngen SH, geboren. Dort besuchte ich die Dorfschulen, dann die Kantonschulen und das Seminar in Schaffhausen, das ich 1954 mit dem Schaffhauser Lehrerpapent verließ. Die nächsten beiden Jahre unterrichtete ich an der Steigschule in Schaffhausen und als gewählter Lehrer in Löhningen. Im Frühjahr 1956 immatrikulierte ich mich an der Philosophischen Fakultät II der Universität Zürich, wo ich im Herbst 1958 die Fähigkeitsprüfung als Sekundarlehrer bestand. Gleichzeitig legte ich Mathematik und Zoologie als Nebenfachprüfungen für die Promotion ab, anschließend noch Geologie. Vom Herbst 1958 bis 1962 war ich Halbtagsassistent am Geographischen Institut der Universität Zürich, das erste Jahr im Rahmen eines US Army Kontraktes. Daneben war ich mit den Feldaufnahmen und der Ausarbeitung der vorliegenden Dissertation beschäftigt. Sie entstand unter Leitung von Herrn Prof. Dr. H. Boesch. Seit 1. Januar 1963 bin ich am Geographischen Institut im Auftrag des Eidgenössischen Militärdepartementes für Fragen der Luftbildauswertung angestellt.

Vorlesungen und Übungen besuchte ich bei folgenden Dozenten:

Geographie: Prof. Dr. H. Boesch, Prof. Dr. W. U. Gyan, Prof. Dr. K. Suter, Dr. M. Schüepp, Dr. D. Brunnschweiler, Dr. H. Carol, Prof. Dr. S. Van Valkenburg

Völkerkunde: Prof. Dr. A. Steinmann

Geologie: Prof. Dr. A. Gansser, Prof. Dr. R. Trümpy, Prof. Dr. R. Staub, Prof. Dr. H. Suter

Zoologie: Prof. Dr. E. Hadorn, Prof. Dr. H. Steiner, Prof. Dr. H. Burla, Prof. Dr. H. Hediger

Mathematik: Prof. Dr. B. L. Van der Waerden, Prof. Dr. J. Züllig

Ferner: Prof. Dr. P. Karrer, Prof. Dr. F. Markgraf, Prof. Dr. E. Schmid, Prof. Dr. A. Schultz, Prof. Dr. M. Waldmeier, Prof. Dr. C. Helbling, Prof. Dr. G. Jedlicka, Prof. Dr. P. Kläui, Prof. Dr. M. Silberschmidt, Prof. Dr. E. Staiger, Prof. Dr. E. Vogt, Prof. Dr. R. Zürcher, Prof. Dr. H. Ellenberg (ETH), Prof. Dr. H. Zoller (ETH)

